

Ir. A.P. Verhaegh

No. 4.89

**WANNEER ZIJN ENERGIEBESPARENDE
VOORZIENINGEN**

**- die tevens de instraling verminderen -
IN DE GLASTUINBOUW RENDABEL?**

Februari 1980



SIGN: L26-4.89
EX. NO: C
MLV:

Landbouw-Economisch Instituut

Afdeling Tuinbouw

122526

Inhoud

	Blz.
WOORD VOORAF	5
1. INLEIDING	7
2. DE BEDRIJVEN, HET GLASAREAAL EN HET TOTALE BRANDSTOFVERBRUIK INGEDEELD NAAR BRANDSTOFVERBRUIK PER M2 KASGROND	8
2.1 Verschillen in brandstofverbruik per bedrijf	8
2.2 Glasareaal en totale brandstofverbruik	8
3. BRANDSTOFVERBRUIK EN OPBRENGSTEN	11
4. BRANDSTOFBESPARING, OPBRENGSTVERMINDERING EN INVESTERINGSNIVEAU	13
4.1 Saldopatroom	13
4.2 De contante waarde	15
5. DAGLICHT EN OPBRENGST	19
5.1 Daglichtverlies en opbrengstvermindering	21
6. BEDRIJFSECONOMISCHE EVALUATIE VAN BRANDSTOFBESPARENDE VOORZIENINGEN DIE TEvens HET DAGLICHT VERMINDEREN	23
6.1 Enkele technische aspecten	23
6.2 Energiescherm	25
6.3 Dubbel glas	29
6.4 Gecoat glas	29
6.5 Dubbel kunststofplaten	30
SAMENVATTING EN CONCLUSIES	33
SUMMARY	36
BIJLAGEN	39

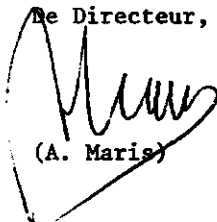
Woord vooraf

In de Memorie van Toelichting op de begroting van het Ministerie van Economische Zaken voor 1979 is te lezen dat zich tussen 1985-1995 ernstige fricties op de internationale oliemarkt kunnen voordoen, tenzij tijdig en in ruime mate een krachtig energiebesparingsbeleid wordt uitgevoerd.

In het kader van het streven naar de noodzakelijke energiebesparing, zou men onder meer in de glastuinbouw de constructie, het materiaal en/of de vorm van de kassen zodanig kunnen wijzigen dat het warmteverlies in de kassen aanzienlijk geringer is dan thans het geval is. Het nadeel van deze brandstofbesparende voorzieningen is echter, dat - afgezien van de extra jaarkosten - het daglicht in de kas t.o.v. een traditionele kas met enkel glas, wordt verminderd waardoor de opbrengsten van vele gewassen zullen dalen.

Naar aanleiding hiervan heeft het LEI een onderzoek ingesteld naar de voorwaarden waaronder het bedrijfseconomisch verantwoord is, bovengenoemde wijzigingen toe te passen. De analyse is uitgevoerd door Ir. A.P. Verhaegh.

De Directeur,



(A. Maris)

Den Haag, februari 1980.

1. Inleiding

De informatie over de voorziening van energie voor de nationale samenleving in de toekomst schetst vanuit de discipline van energieverdeling een dreigend beeld. Om de continuïteit van de bedrijfstak glastuinbouw zeker te stellen, is het - gezien het energieprobleem - noodzakelijk via veranderings- en aanpassingsprocessen de energiebehoefte van deze tak van tuinbouw te verminderen. Hierbij zijn de volgende wegen te bewandelen:

- a. verlaging van de warmtebehoefte van het gewas.
Onderzoek naar verschillen in temperatuurgevoeligheid tijdens de ontwikkeling van de plant (b.v. dag- en nachttemperatuur) en nieuwe rassen met een geringe warmtebehoefte;
- b. verhoging van het rendement van de gebruikte energie. Retarders, rookgascondensors maar ook "total energy" geven een hoger rendement van een m³ gas;
- c. de warmte in de kas zo efficiënt mogelijk gebruiken. Kasklimaat;
- d. gebruik van alternatieve energiebronnen. Koppeling van warmte en kracht d.w.z. restwarmte van electriciteitscentrales maar ook industriële restwarmte komt in aanmerking;
- e. betere ruimtebenutting in de kassen. Verlenging van de opkweek van plantmateriaal;
- f. verbetering van de isolatie van de kas. Alles wat er toe bijdraagt het warmteverlies in de kasruimte tegen te gaan. Door een andere constructie, materiaal en/of vorm van de kas kan het warmteverlies worden verkleind.

Wijzigingen aan de kas kunnen tot gevolg hebben dat de lichtdoorlaat - in vergelijking met de oude situatie - kleiner wordt. De opbrengsten van gewassen die gevoelig zijn voor veranderingen in de totale lichthoeveelheid zullen hierdoor nadelig worden beïnvloed. Energiescherm, noppenfolie, dubbel glas, gecoat glas, dubbel plastic folie en platen voegen een extra dimensie toe aan de problematiek van het energievraagstuk namelijk de vermindering van kwantitatieve en/of kwalitatieve produktie als gevolg van extra verlies aan daglicht in de kas.

In deze publikatie worden de bedrijfseconomische aspecten van energiebesparende technieken, die zowel de warmte- als de lichtdoorlaat door het kasdek beïnvloeden, behandeld. Of het bedrijfseconomisch verantwoord is deze technieken toe te passen is in belangrijke mate afhankelijk van de hoogte van het energieverbruik, de hoogte van de opbrengsten per m² grondoppervlak en de onderlinge relatie tussen deze twee grootheden.

2. De bedrijven, het glasareaal en het totale brandstofverbruik ingedeeld naar brandstofverbruik per m² kasgrond

2.1 Verschillen in brandstofverbruik per bedrijf

Het brandstofverbruik per m² kasoppervlak loopt van bedrijf tot bedrijf uiteen. De verschillen worden in hoofdzaak bepaald door de keuze van het te telen gewas en het tijdstip van planten. Het brandstofverbruik voor de glasgroenten en bloemisterijgewassen blijkt uit figuur 2.1. Hierbij zijn groenten, snijbloemen en potplanten afzonderlijk weergegeven. Het brandstofverbruik van bedrijven met oliestook is omgerekend in m³ gas, de brandstof heeft alleen betrekking op klimaatsbeïnvloeding (exclusief stomen).

In 1976, een normaal jaar m.b.t. de dag- en nachttemperatuur verbruikten 34% van de glasgroentenbedrijven minder dan 20 m³ gas per m² grond per jaar, terwijl 2% van de bedrijven het maximale verbruik in de glasgroenten van 80-90 m³ bereikten. 39% van de bedrijven had een verbruik tussen de 50 en 80 m³.

Van de snijbloemenbedrijven had 4% een verbruik van meer dan 80 m³ gas, 48% had een verbruik van 50-80 m³ en 29% tussen de 40-50 m³.

Van de potplantenbedrijven verbruikten in 1976 42% meer dan 80 m³ gas per m² kasgrond en 23% 50-80 m³.

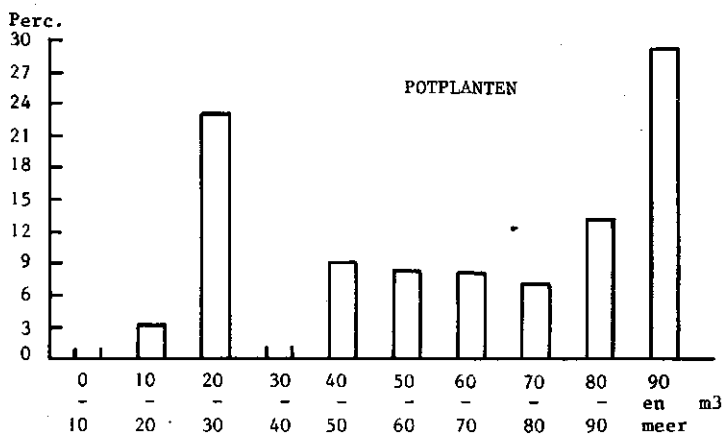
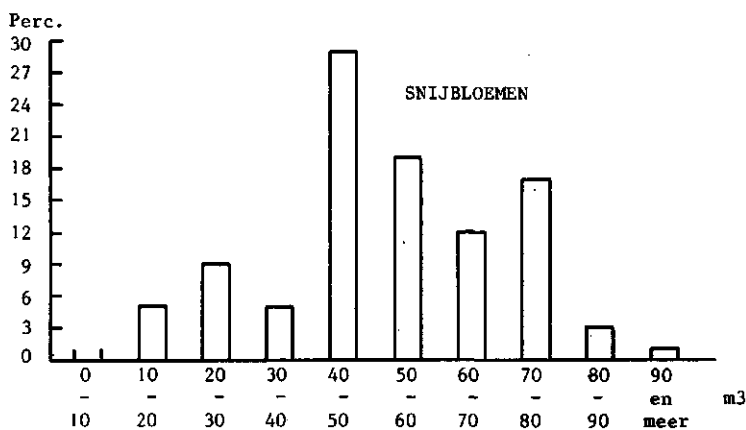
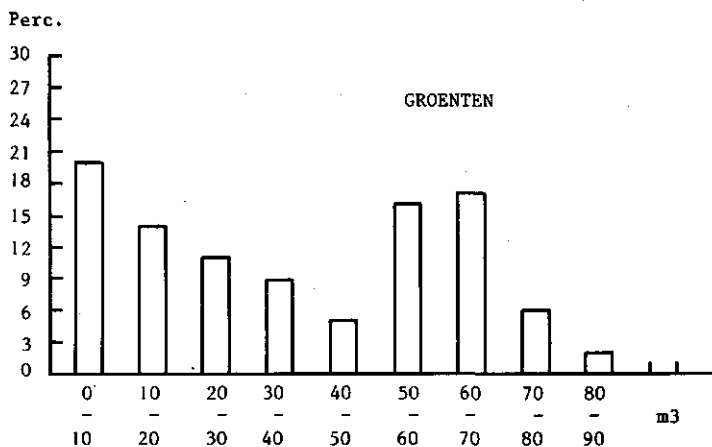
2.2 Glasareaal en totale brandstofverbruik

In de glasgroententeelt werd in 1976 driekwart van alle energie verbruikt door bedrijven met een jaarlijks gasverbruik van 50 m³ en meer per m² kasgrond (tabel 2.1). In de bloemisterij was het 70% van alle brandstof. Voor de gehele glastuinbouw d.w.z. groenten en bloemen bij elkaar werd 59% van de totale energie verstoekt op bedrijven met een jaarverbruik tussen de 50 en 80 m³ gas per m². De bedrijven met meer dan 80 m³ verstoekten 10% van alle brandstof. Aansluitend hierop zou het interessant zijn te weten in welke maanden van het jaar dit verbruik plaatsvond en de geografische verdeling van het verbruik. De lichtarme periode van het jaar zal dan zeker belangrijk zijn.

De gegevens van figuur 2.1 en tabel 2.1 zijn gebaseerd op landelijke steekproeven met willekeurig gekozen bedrijven.

Het buiten de populatie vallend areaal glas, bij groenten 1501 en bij bloemen 1110 hectaren, komt voor op bedrijven die niet in de steekproef werden betrokken. Ze voldeden niet aan de minimum-eisen of aan de criteria die voor de groep "gespecialiseerde" bedrijven zijn gesteld. Deze bedrijven wijken ook in bedrijfsomvang sterk af van de bedrijven die wel in de steekproefpopulatie zitten.

Figuur 2.1 Procentuele verdeling van het aantal bedrijven naar brandstofverbruik op jaarbasis 1976



Tabel 2.1 Procentuele verdeling van het glasareaal en van het totale brandstofverbruik naar brandstofverbruik per m2 grond (1976)

Brandstof- verbruik in m3 gas per m2 kas- grond	Groenten onder glas		Bloemen onder glas		Groenten en bloe- men onder glas	
	glas- areaal	brand- stofver- bruik	glas- areaal	brand- stofver- bruik	glas- areaal	brand- stofver- bruik
0 - 10	16	2	0	0	12	1
10 - 20	12	4	3	1	10	4
20 - 30	10	6	11	5	11	6
30 - 40	9	8	5	3	7	6
40 - 50	5	5	26	21	14	14
50 - 60	18	24	17	17	16	20
60 - 70	20	32	12	14	15	22
70 - 80	7	13	15	21	10	17
80 - 90	3	6	5	8	3	6
90 e.m.	-	-	6	10	2	4
	100	100	100	100	100	100

De gemiddelde oppervlakte van de bedrijven van de populatie is bij glasgroenten 7073 m2 en bij de glasbloemen 4513 m2. Van de bedrijven die er buiten vallen is dit 2515 resp. 1634 m2. Van het totale areaal glas valt 34% buiten de steekproefpopulatie. De bedrijven waarop dit glas voorkomt, zijn niet alleen kleiner, ze hebben ook een minder intensief teeltplan. Op deze bedrijven wordt minder dan 1/5 van alle brandstof verbruikt. Hierbij is uitgegaan van een totaal brandstofverbruik equivalent van 3 miljard kubieke meters gas. Dit houdt in dat het brandstofverbruik op de bedrijven die buiten de steekproef vallen gemiddeld niet groot is.

3. Brandstofverbruik en opbrengsten

In 1976 was het brandstofverbruik op gasbasis in de groententeelt onder glas gemiddeld 41 m³ per m² kasgrond. In de snijbloemen- en potplantenteelt was het gemiddeld verbruik 53 resp. 63 m³ gas, terwijl de geldopbrengsten f 31,- resp. f 43,- en f 72,- per m² kasgrond waren.

Het brandstofverbruik per m² kasgrond loopt, zoals reeds werd opgemerkt, sterk uiteen. Het tijdstip van oogsten bepaalt in belangrijke mate de hoeveelheid brandstof, nodig voor het produktieproces. De produktie van het onverwarmede of vrijwel onverwarmd d.w.z. vorstvrije bedrijfstype valt overwegend in de zomer, wanneer weinig extra warmte nodig is. Bedrijven met een heteluchtverwarming oogsten vroeger. Het energieverbruik van dit type bedrijf en gespecialiseerd in groenten was in 1976 14,5 m³ gas per m². De bedrijven met buisverwarming oogsten nog vroeger, het gemiddelde brandstofverbruik was hier dan ook 52,6 m³ per m² kasgrond. Een vroeger tijdstip van oogsten gaat samen met hogere bruto-geldopbrengsten. Een sterk verband tussen brandstofverbruik en bruto-geldopbrengsten is dan ook te verwachten (zie figuur A, C en E in bijlage 1, 2 en 3).

Tabel 3.1 Brandstofverbruik en opbrengsten (op jaarbasis), 1976 1)

Brandstofverbruik per m ² kasgrond in m ³ gas	Opbrengsten per m ² in guldens		
	groenten onder glas 2)	snijbloemen onder glas	potplanten onder glas
10	26	38	-
20	28	40	-
30	30	42	49
40	32	44	56
50	34	46	63
60	36	48	69
70	38	50	76
80	41	53	83
90	43	55	89
100	-	-	96
110	-	-	103
120	-	-	109

- 1) Weergave van de regressielijnen, zie figuur A t/m F, bijlage 1, 2 en 3.
- 2) Bedrijven met een brandstofverbruik van vier en meer m³ gas per m² kasgrond.

In tabel 3.1 zijn - met behulp van de grafieken over opbrengsten, kosten en gasverbruik in bijlagen 1, 2 en 3 - bij oplopend brandstofverbruik de bijbehorende geldopbrengsten berekend. Er blijken karakteristieke verschillen tussen de produktiesectoren te zijn. Zo zijn er verschillen in opbrengststijging per eenheid extra brandstof. Bij potplanten nemen de bruto-geldopbrengsten bij een toename van het gasverbruik met 10 m³ per m² kasgrond het sterkst toe namelijk met f 6,70 per m² kasgrond. De toename bij snijbloemen en glasgroenten is gelijk te weten f 2,10 per 10 m³. Bij een gasverbruik van 30 m³ is het opbrengstniveau van glasgroenten f 30,- en bij een gasverbruik van 80 m³ f 41,-. Bij snijbloemen is dit f 42,- resp. f 53,-. Het opbrengstniveau bij snijbloemen ligt bij een gelijk gasverbruik ruim f 10,- boven dat van glasgroenten. Dat van potplanten ligt nog veel hoger; bij een gasverbruik van 30 m³ op f 49,- en bij 80 m³ op f 83,-.

4. Brandstofbesparing, opbrengstvermindering en investeringsniveau

De kosten van de extra investeringen in energiebesparende voorzieningen - die tevens de instraling verminderen - dienen te worden gedekt door het positieve saldo van brandstofbesparing en opbrengstderving als gevolg van lichtonderschepping. Dit saldo komt ieder jaar ter beschikking.

4.1 Saldopatroom

Aangezien er in de praktijk vele niveaus van gasverbruik en opbrengsten per m² voorkomen en ook de energiebesparende technieken verschillen in energiebesparing en opbrengstvermindering te zien geven, ontstaat een heel scala van saldo's 1).

In figuur 4.1 is dit saldopatroom bij een gasprijs van f 0,15 weergegeven. Op de x-as staan kubieke meters gas die worden bespaard, en op de y-as de opbrengstderving uitgedrukt in guldens per m² kasgrond. Stel de opbrengstderving is f 3,00 per m² en de besparing aan gas bedraagt 20 m³. Bij een gasprijs van 15 cent wordt het saldo nul. Dit geldt ook bij een opbrengstderving van f 6,00 en een energievoordeel van 40 m³ gas. De lijn door deze 2 punten geeft alle saldo's waarbij de besparing gelijk is aan de opbrengstderving. Zijn de besparingen groter dan de opbrengstderving, dan ontstaan er positieve saldo's. In figuur 4.1 weergegeven door de getrokken strepen onder de nullijn. De onderbroken strepen boven de nullijn geven het traject weer waarbij geen enkele energiebesparende maatregel bedrijfseconomisch is verantwoord.

Uit figuur 4.1 blijkt dat bij geringe energiebesparing van b.v. 10-15 m³ gas per m² kasgrond, snel negatieve saldo's ontstaan. Bij de hogere opbrengstniveaus is dit reeds het geval bij enkele procenten opbrengstverlies.

Hoge positieve saldo's kunnen worden gerealiseerd bij besparingen van 40-50 m³ gas, echter ook dan moeten de opbrengstverminderingen, met name bij de hogere opbrengstniveaus niet te groot worden. Technieken met opbrengstverminderingen van 20% en meer

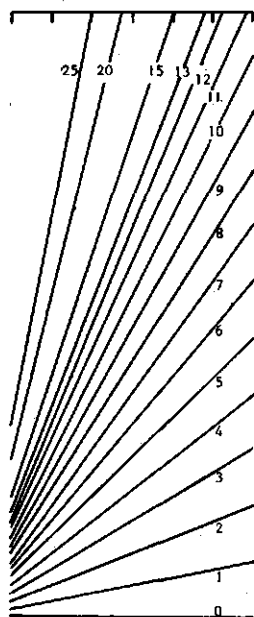
- 1) Brandstofbesparing in % x m³ gas per m² kasgrond x gasprijs per m³ minus opbrengstreductie in % x geldopbrengsten per m² kasgrond = saldo. Zo geeft b.v. een techniek met een brandstofbesparing van 50% en een opbrengstreductie van 10% bij een gasverbruik van 80 m³, f 50,- geldopbrengsten per m² en een gasprijs van 15 cent een positief saldo van f 1,00

$$\left(\frac{50}{100} \times 80 \times 0,15 - \frac{10}{100} \times 50 = 1,00 \right).$$

Figuur 4.1 Saldopatroon bij een gasprijs van 15 cent per m³

Geldopbrengsten per
m² kasgrond in gld.

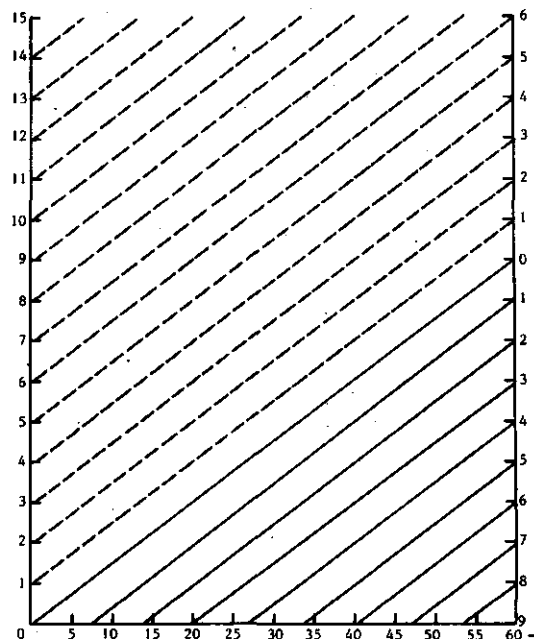
20 40 60 80 100 120 140



Opbrengstvermindering in %

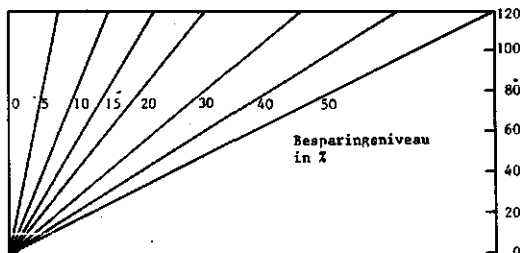
Opbrengstvermindering
in gld. per m² kasgrond

y-as



--- Negatief
— Positief

Besparing
in m³ gas
per m²
kasgrond



Gasverbruik
in m³
per m²
kasgrond

bieden nauwelijks bedrijfseconomische mogelijkheden. De opbrengstniveaus waarbij dit verlies kan worden geaccepteerd kunnen niet voldoen aan dit hoge besparingsniveau.

Groenten: bij de lagere opbrengstniveaus (latere teelten) nemen de besparingsmogelijkheden middels lichtonderscheppende technieken af, immers het energiegebruik ligt bij deze teelten laag. Een eventueel verlies aan opbrengsten is al snel te groot, zodat het nadeel van de opbrengstvermindering groter wordt dan het voordeel van de besparing op brandstof. In de glasgroenteteelt vereist de toepassing van brandstofbesparende technieken ook bij de hoogste opbrengstniveaus van rond de f 40,- geringe opbrengstverminderingen.

Snijbloemen: bij hetzelfde energiegebruik liggen de opbrengstniveaus bij de snijbloemen hoger dan bij de groenten. Door dit hogere opbrengstniveau zijn brandstofbesparende technieken die tevens het daglicht negatief beïnvloeden bij de snijbloemen in het nadeel t.o.v. de groenten.

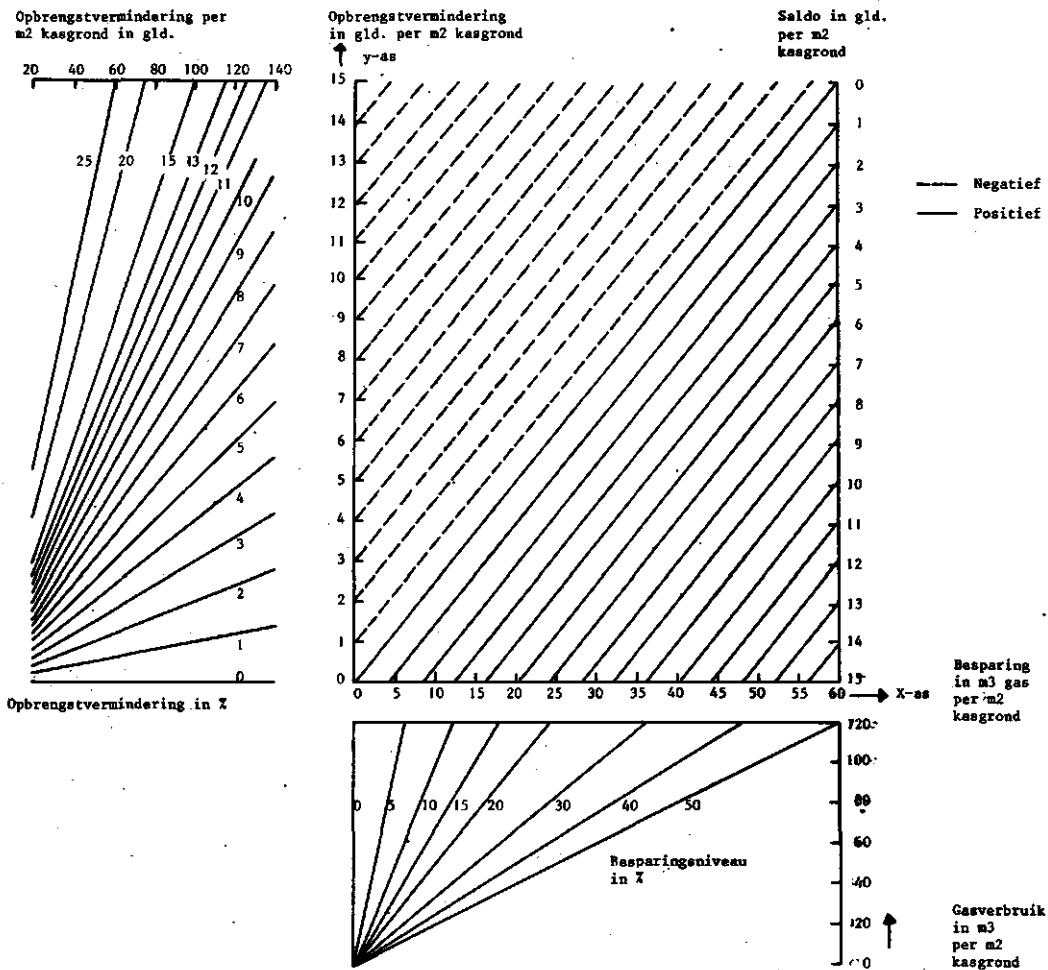
Potplanten: meer nog dan snijbloemen t.o.v. groenten zijn potplanten in situaties waarbij brandstofverbruiken op gelijk niveau liggen door een hoger opbrengstniveau in het nadeel bij daglichtonderscheppende technieken die energie sparen. Door een snellere toename van de opbrengsten bij een stijgend energiegebruik is de situatie bij verbruiken van 50-80 m3 gas voor potplanten nog meer in het nadeel dan bij een lager verbruik. Bij een hoog energieverbruik is numeriek het aantal guldens minder geworden dan de m3 gas. Bij hoge gasverbruiken is de positie van brandstofbesparende technieken in de potplantenteelt relatief gunstig te noemen.

Tot nu is in dit hoofdstuk uitgegaan van een energieprijs van 15 cent per m3 gas. In figuur 4.2 is het saldopatroon geïllustreerd bij een energieprijs van 25 cent per m3 gas. Van brandstofbesparende technieken, die extra daglicht wegnemen, is ook bij deze hogere energieprijs bij culturen met lagere brandstofverbruiken zelfs bij lage opbrengstniveaus niet veel te verwachten. Saldo's blijven ook in de meest gunstige situaties te klein. Een verhoging van de energieprijs zal juist bij teelten met een absoluut hoog energiegebruik van invloed zijn. Bij de hogere gasverbruiken en opbrengstniveaus ontstaan bij potplanten, maar ook bij groenten en snijbloemen aantrekkelijke saldi waarmee de jaarkosten van de extra investeringen van energiebesparende technieken die tevens het daglicht verminderen kunnen worden betaald. Echter de opbrengstverliezen mogen ook dan niet te hoog oplopen.

4.2 Contante waarde

In geval van een positief saldo van besparing op brandstofkosten en opbrengstreducties, komt dit bedrag elk jaar ter beschikking t.b.v. investeringen. De omvang van deze investeringen

Figuur 4,2 Saldopatroon bij een gasprijs van 25 cent per m³



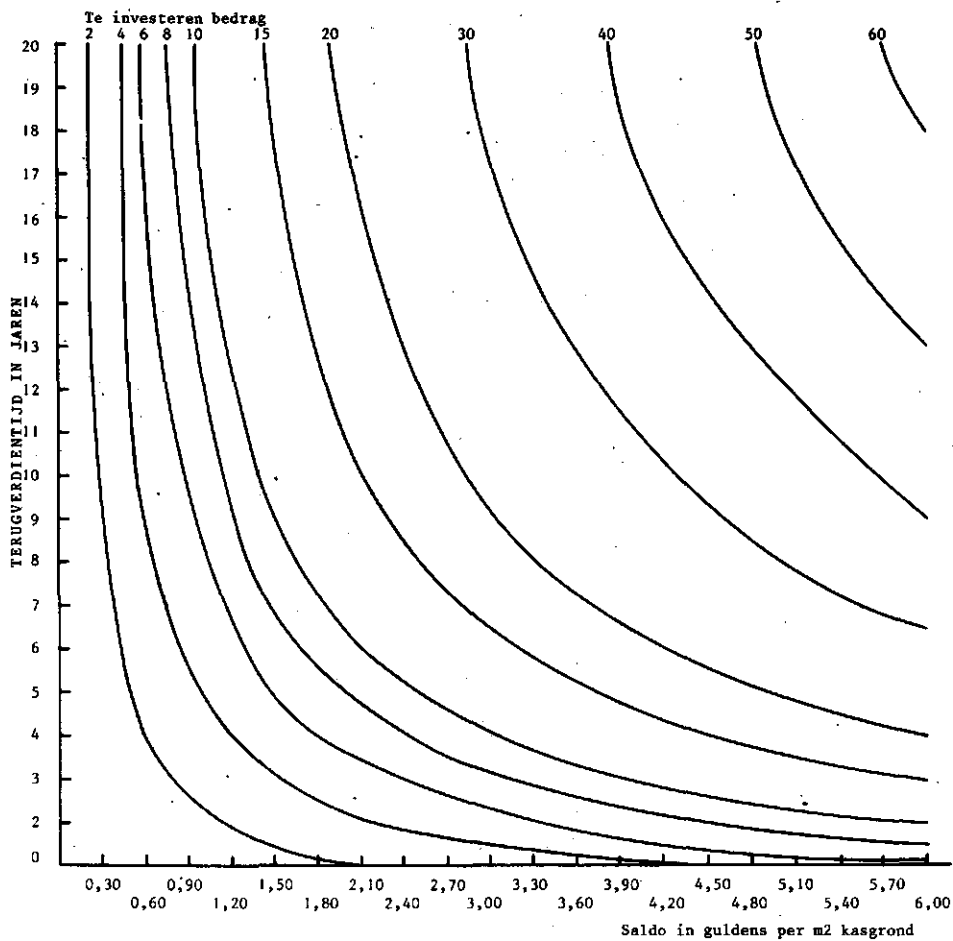
is afhankelijk van de rentevoet en van de periode waarin de investering moet worden terugverdiend. Met behulp van een interest-tafel is bij elk rentepercentage en levensduur het maximaal te investeren bedrag te berekenen 1). De maximaal te investeren bedragen bij saldo's vanaf f 0,30 oplopend tot f 6,00 per m² kasgrond met terugverdiëntijden van 2 tot 20 jaar zijn in bijlage 4 vermeld. Figuur 4.3 - gebaseerd op de gegevens van genoemde bijlage - geeft alle combinaties van saldi met bijbehorend aantal jaren dat een bepaald investeringsbedrag (isoquant) kan worden terugverdiend. Een rentepercentage van 7% is aangehouden. Een investering van f 10,- bij een saldo van f 1,20 is in 13 jaar terug te verdienen. Dezelfde investering echter bij een saldo van f 1,50 is in 9 jaar terug te verdienen. Bedraagt het positieve verschil tussen de besparing aan brandstofkosten en de vermindering aan opbrengsten door lichtverlies f 2,10 per m² kasgrond, en moet de investering in 5 jaar worden afgeschreven, dan kan er maximaal f 8,61 worden geïnvesteerd. Zijn de investeringen en de terugverdiëntijden vaste gegevens, dan zijn de benodigde saldi te berekenen, terwijl de levensduur is vast te stellen als de investering en het saldo bekend zijn.

- 1) De constante waarde van een bepaald bedrag dat jaarlijks ter beschikking komt, wordt via de volgende formule berekend.

$$\text{Constante waarde} = \frac{1}{1+i} + \frac{1}{(1+i)^2} + \frac{1}{(1+i)^3} + \dots + \frac{1}{(1+i)^n} \cdot \text{bedrag}$$

Hierin is i het rentepercentage gedeeld door 100 en n het aantal jaren.

Figuur 4.3 Te investeren bedrag in guldens per m2 kasgrond



5. Daglicht en opbrengst

Hoeveelheid daglicht en produktieomvang zijn positief gecorreleerd 1). Elke maatregel die leidt tot verhoging van het lichtniveau in de kas wordt positief ervaren. Zeker als dit het geval is in de lichtarme maanden.

In 1976 lag de produktie van tomaten ver boven normaal (tabel 5.1) als gevolg van de mooie zomer in dat jaar. De produktie op 1 juli 1976 was 6 tot 7% hoger dan het vierjaarlijks gemiddelde, terwijl de hoeveelheid daglicht vanaf december t/m juni 9% hoger was dan genoemd gemiddelde (tabel 5.2). De grotere tomatenoogst in 1976 is niet ontstaan door extra daglicht in de lichtarme maanden (december en januari) van het jaar, maar in de maanden met "volgende" daglicht (maart, april en juni). Ook in de zomer lijkt de hoeveelheid daglicht en produktieomvang positief te zijn gecorreleerd.

Ook in de rozenteelt is de invloed van daglichtverschillen groot. Bedrijven met een lichte kas hadden als gevolg hiervan een hogere geldopbrengst van f 0,99 in de periode van 20 oktober - 21 december en van f 3,36 in de periode van 22 december - 22 februari dan een groep bedrijven met een donkere kas. De hoeveelheid licht in de donkere kas bedroeg 89% van die in de lichte kas. In een kas met rozen bedekt met Hortiplus glas, werd gemiddeld 12% produktieverlies geleden 2).

Koolrabi geteeld in een kas met en in een kas zonder noppenfolie gaf zowel in stuksopbrengst als in kwaliteit grote verschillen te zien (oogstperiode eind maart-begin april). In de kas zonder noppenfolie werd 7% meer geoogst en bedroeg het percentage van de beste kwaliteit 44 en dat van de slechtste kwaliteit 4% van de

-
- 1) Verhaegh, A.P.: Regionale verschillen in opbrengsten van verwarmde tomaten. LEI april 1972, no. 4.53.
Verhaegh, A.P., Huys, J.P.G.: Dubbele beglazing spaart energie, maar wat kost het? Tuinderij, 18e jaargang, 24 januari 1978, no. 2.
Klapwijk, D.: Vroege stooktomaten op de voet gevolgd (1) t/m (slot). Tuinderij no. 16 t/m no. 25, 1977.
 - 2) Rijssel, E. van: Miltenburg, J.C.A.: Verschil in opbrengst in rozenbedrijven. Invloed van de factor licht bij "Sonia" Vakblad voor de bloemisterij. 32 (1977) 39 (30 sept.).
Interessante energiedagen op Proefstation Aalsmeer. Vakblad voor de Bloemisterij 38, 1979.

Tabel 5.1 Oogst in kg per 100 m² per maand van tomaten op bedrijven in het ZHG

Tijdstip van planten	1 - 15 december				16 - 31 december			
Aantal bedr. in onderzoek	7	8	13	12	8	15	35	12
Jaar	1974	1975	1976	1977	1974	1975	1976	1977
Maand								
Maart	89(79) ¹⁾	163(144)	83(73)	119(105)	33(81)	62(153)	29(72)	38(94)
April	350(97)	230(64)	465(129)	392(109)	316(98)	213(66)	407(127)	352(109)
Mei	510(112)	454(100)	432(95)	423(93)	546(107)	537(105)	488(95)	475 (93)
Juni	290(88)	334(101)	352(106)	347(105)	361(100)	374(104)	390(109)	312(87)
Totaal	1239(99)	1181(94)	1332(106)	1274(101)	1256(102)	1186(96)	1314(107)	1177(95)

1) In % van het 4-jaarlijks gemiddelde.

Bron: LEI.

Tabel 5.2 Daglicht in joules per cm² per maand, Naaldwijk

Oogstjaar	1974	1975	1976	1977
Maand: december	5460(98)1)	4534(81)	5559(100)	6723(121)
januari	7440(101)	6842(93)	8114(111)	6965(95)
februari	12931(91)	17637(125)	12353(87)	13806(97)
maart	23896(95)	20190(81)	29471(118)	26420(106)
april	47369(110)	33981(79)	50123(116)	40808(95)
mei	54868(96)	56195(98)	58697(102)	59316(104)
juni	60898(101)	64013(107)	67153(112)	47759(80)
Totaal	212962	203392	231470	201797
In % v/h gemiddelde	100	96	109	95

1) In % van het 4-jaarlijks gemiddelde.

Bron: Proefstation Naaldwijk.

totale produktie. In de kas met noppenfolie waren deze laatstgenoemde percentages resp. 40 en 19 1).

In een kas bedekt met stegdoppelplaten werd de teelt van Poinsettia's en Euphorbia Fulgens vergeleken met die in een traditionele kas. In het gedeelte zonder deze platen was de ontwikkeling iets verder en de kleuring van de bracteën intenser. Of deze verschillen op de markt in een prijsverschil tot uiting komen is niet bekend 1). De teelt van chrysanten in een dergelijke kas gaf bloeiverlating. Bij een oogst in mei 3-6 dagen, in december 8-10 dagen en bij een oogst in augustus was de bloei bij 6 van 7 in de proef opgenomen rassen 3 dagen verlaat. Daarnaast nam de kwaliteit sterk af. Bij de vroegste oogst was onder gewoon glas 79% kwaliteit I en onder stegdoppelplaten 66%. Dit is een verschil van 17%. Dit verschil was 5% bij 5 van de 7 rassen geteeld in de zomer. Over de najaarsteelt werden geen kwaliteitsgegevens vermeld 2).

Vermindering van daglicht kan zelfs zover gaan dat een niet verkoopbaar produkt wordt voortgebracht, b.v. wintersla in een kas met noppenfolie 1).

Overigens kunnen technieken gericht op het sparen van energie ook nevenvoordelen hebben. Zo kan een energiescherm dat in de winterperiode 's nachts wordt gebruikt om energieverlies tegen te gaan, in de zomer overdag worden gebruikt om planten tegen een te hoge instraling te beschermen.

5.1 Daglicht en opbrengstvermindering

Energiebesparende maatregelen die tevens de hoeveelheid daglicht verlagen, zullen voor de meeste gewassen de opbrengsten nadelig beïnvloeden als gevolg van lagere fysieke opbrengsten en/of door een mindere kwaliteit en dus lagere prijs. De opbrengstverliezen moeten als kosten van de toegepaste techniek worden beschouwd.

De omvang van deze opbrengstverliezen zijn afhankelijk van de hoeveelheid daglicht dat wordt weggenomen, en van het verband daglicht-produktie. Over de reactie van het gewas op lichtvermindering is nog geen kwantitatieve eenduidigheid. Er zijn 2 waarden aangenomen. Bij een vermindering van het daglicht met 1% in een kas met een energiebesparende voorziening t.o.v. een kas zonder deze maatregel, bedraagt de opbrengstvermindering van meer lichtbehoeftige gewassen 1,2% en van minder lichtbehoeftige gewassen 0,6% 3).

- 1) Holsteyn, G.P.A. van, Huijs, J.P.G., Kieboom, A.M.G. van den, Post, C.J. van der, Verhaegh, A.P.: Energiebesparende maatregelen op tuinbouwbedrijven in West-Duitsland. Verslag van een studiereis naar West-Duitsland van 6 t/m 9 dec. 1977. IMAG 1978.
- 2) Kulturerfahrungen mit chrysanthemen unter stegdoppelplatten. Zierpflanzenbau no. 13. 20.6.1979.
- 3) In een volgende publikatie zal nader worden ingegaan op het verband daglicht en fysieke opbrengst bij tomaten.

Uit het volgende schematische overzicht van de mogelijke opbrengstverminderingen blijkt dat bij meer lichtbehoeftige gewassen en sterk lichtonderscheppende energiebesparende voorzieningen, de opbrengstverliezen bij de veronderstelde licht-productie relatief grote vormen aannemen.

	Opbrengstreductie in % *)	
	weinig daglicht behoeftig gewas	meer daglicht behoeftig gewas
Daglichtreductie in procenten		
1	0,6	1,2
5	3	6
10	6	12
15	9	18
20	12	24
25	15	30

*) Vermindering van kwantitatieve en/of kwalitatieve produktie.

6. Bedrijfseconomische evaluatie van brandstofbesparende voorzieningen die tevens het daglicht verminderen

Technische voorzieningen die zowel de warmte- als lichtdoorlaat van kassen beïnvloeden leiden enerzijds tot brandstofbesparing maar anderzijds tot produktievermindering. Zolang het saldo - brandstofbesparing minus opbrengstvermindering - negatief is, moet de investering uiteraard niet plaatsvinden. Op het moment dat dit saldo positief wordt, moet worden nagegaan of de investeringen in deze voorzieningen binnen een redelijke termijn kunnen worden terugverdiend en welke van de alternatieven het grootste economisch voordeel biedt.

In 6.2 en volgend zal dit voor de verschillende kasbedekkingen worden nagegaan. De aangehouden combinaties opbrengst-gasverbruik zijn ontleend aan tabel 3.1, waarbij rekening is gehouden met de spreiding in het materiaal. Voor de samenhangen saldo-investering-terugverdiendtijd wordt verwezen naar figuur 4.3.

Het prijsverloop per m³ gas vanaf 1973 tot nu blijkt uit de figuur in bijlage 5. Door extrapolatie is de gasprijs in de nabije toekomst benaderd.

6.1 Enkele technische aspecten

In tabel 6.1 zijn de brandstofbesparingen en de daglichtvermindering van de verschillende voorzieningen, zoals energiescherm, dubbel glas, gecoat glas en dubbel kunststofplaten, in beeld gebracht.

Afhankelijk van het schermmateriaal kunnen de besparingen bij een gesloten energiescherm oplopen tot ruim 40%. Bepalend voor de mate van besparing zijn: kastype, kashoogte, dichtheid kasdek, lengte-breedteverhouding van de kas, pijpligging, gevelisolatie, luchtingssysteem, gewas, windsnelheid en verschil in kas en buitentemperatuur 1). Het gaat nu niet alleen om de besparing van brandstof in een kort tijdsbestek b.v. een aantal nachten (overdag wordt het scherm niet gebruikt) maar om de besparing op jaarbasis. Van den Berg e.a. taxeren dat een goed gesloten energiescherm een brandstofbesparing op jaarbasis oplevert van ongeveer 20%, terwijl het lichtverlies 5% zou bedragen. Bij onzorgvuldig opschuiven kan dit verlies oplopen tot 10%.

1) Berg, G.A. van den, Holsteyn, G.P.A. van, Kieboom, A.M.G. van den.

Energieschermen in de glastuinbouw. NTV, 30 januari 1978.

Gecoat glas, dit is normaal glas van 4 mm dikte dat voorzien is van een zeer dun laagje metaaloxijde, geeft zeer grote schommelingen in energiebesparing (van 2% in donkere regenachtige nachten tot 40% in zeer heldere nachten, Breuer 1)) raamt de brandstofbesparing op jaarbasis als gevolg van gecoat glas op 20 à 25% en de lichtreductie op circa 12%.

In een kas met dubbele ruiten, zou t.o.v. een kas met een enkele ruit, de brandstofbesparing circa 30% bedragen en het lichtverlies 12% 2). Dit geldt voor dubbel glas dat is gekit, gesoldeerd of gesmolten.

Tabel 6.1 Brandstofbesparing en daglichtvermindering bij energiebesparende voorzieningen, die echter tevens tot lichtverlies leiden

Techniek	Brandstofbesparing	Lichtvermindering
energiescherm	20	5
gecoat glas	25	12
dubbel glas	30	12
noppenfolie (Straelen)	31	18
dubbel kunststofplaten (Straelen)	44	26
dubbel kunststofplaten (Efford)		
- polycarbonaat	45	15
- polyacrylaat	50	11
dubbel kunststofplaten (Imag)		
- polycarbonaat	-	14
- polyacrylaat	-	8

Bij proeven in Straelen (Duitsland) was het brandstofverbruik in een kas geschermd met noppenfolie 31% lager dan in een exact op dezelfde wijze geconstrueerde kas zonder deze warmte-isolatie. De instraling in de kas nam met 18% af 3).

- 1) Breuer, J.J.G. Energiemetingen bij verschillende glasdekken Imag, mei 1979.
Breuer, J.J.G. Resultatenonderzoek naar: hortiplus. Groenten en Fruit, 27 september 1978.
- 2) Spek, J.C., Heyna, B.J. Dubbel glas kritisch benaderd. Vakblad voor de Bloemisterij, 24 juni 1977 no. 25.
- 3) Oldenburg, R. Die Unterspannung des Gewächshauses mit Noppenfolie. Gartenbauliche Versuchsberichte 1976 Landwirtschaftskammer Rheinland.

Een zelfde opstelling maar dan zonder noppenfolie en waar het glas vervangen was door stegdoppelplaten (dubbel kunststofplaten) gaf een brandstofbesparing van 44%, maar een vermindering van het lichtniveau van 26% 1). In Engeland 2) en in Nederland 3) heeft onderzoek bij dubbele kunststofplaten aanzienlijk betere licht-doorlaatcijfers opgeleverd.

Uit tabel 6.1 blijkt dat - afhankelijk van de toegepaste systemen - het daglichtverlies uiteenloopt van 5 tot 26% en de brandstofbesparing van 20 tot 50%. De economische haalbaarheid van deze verschillende systemen zal achtereenvolgens worden nagegaan.

6.2 Energiescherm

Uit tabel 6.2 blijkt dat gebruik van energieschermen bij een gasprijs van 18 cent per m³ en een produktievermindering van 6%, uitsluitend bij een opbrengst van f 40,- per m² en een gasverbruik van 75 m³, een positief saldo van f 0,30 per m² kasgrond overlaat. De brandstofbesparing is namelijk 20% van 75 m³ = 15 m³ gas à f 0,18 per m³ = f 2,70 per m². De daglichtvermindering van 5% leidt tot een opbrengstvermindering van 6%, 1% daglichtverlies veroorzaakt 1,2% produktievermindering. De opbrengstvermindering is f 2,40, zodat per m² kasgrond f 0,30 voordeel overblijft. Dit bedrag dat jaarlijks ter beschikking komt is echter onvoldoende om een energiescherm te kunnen installeren.

Neemt de opbrengst niet met 1,2% af maar met 0,6% bij 1% lichtvermindering - dit kan t.a.v. de minder lichtgevoelige potplanten het geval zijn, echter niet t.a.v. groenten - dan resulteert bij een opbrengst van f 100,- en een brandstofverbruik van 125 m³ een positief saldo van f 1,50 per m² kasgrond. Dit saldo is beschikbaar om de investeringskosten van een energiescherm te financieren (zie tabel 6.2 en bijlage 6).

Volgens van den Berg e.a. 4) kunnen de investeringen in energieschermen variëren van f 5,- tot f 15,- per m² kasgrond, afhankelijk van a) kastype en afmetingen, b) eventuele wijzigingen aan kasconstructie of verwarmingssysteem, installatiemethode: horizontaal, tentvormig, c) het al dan niet ophangen aan ringen, d) mate van automatisering, e) type scherm, f) het al dan niet beteeld zijn van de kas, g) de benodigde arbeid. De arbeidskostenverschillen leiden tot de grootste verschillen in investering.

-
- 1) Anonym Stegdoppelplatten und Glas im Wirtschaftlichkeitsvergleich Gartenbauliche Versuchsberichte 1976 Landwirtschaftskammer Rheinland.
 - 2) Fuel savings not the only advantage from double glazing. The Grower, June 21, 1979.
 - 3) Kieboom, A.M.G. van den: Kasbedekkingen, Wageningen, IMAG.
 - 4) Zie noot 1, blz. 23).

Tabel 6.2 Saldo in guldens per m2 kasgrond bij een gasprijs van 18 cent per m3. 1% licht = 1,2% produktie

	Energiescherm			Dubbel glas		Gecoat glas		Dubbel kunststofplaten
	20	30	25	12	14,4	12	14,4	
Brandstofbesparing in %	20	30	25	12	14,4	12	14,4	40
Lichtverlies in %	5	12	12	12	14,4	12	14,4	12,5
Produktievermindering in %	6	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	15,0
<hr/>								
Opbrengst in glds./gas- verbruik in m3 per m2								
Groenten								
20- 10	-0,84 ¹⁾	- 2,34	- 2,43					-2,28
20- 15	-0,66	- 2,07	- 2,20					-1,92
30- 25	-0,90	- 2,97	- 3,19					-2,70
30- 50	0,00	- 1,62	- 2,07					-0,90
40- 75	0,30	- 1,71	- 2,38					-0,60
Snijbloemen								
40- 25	-1,50	- 4,41	- 4,63					-4,20
40- 50	-0,60	- 3,06	- 3,51					-2,40
50- 50	-1,20	- 4,50	- 4,95					-3,90
50- 75	-0,30	- 3,15	- 3,82					-2,10
60- 75	-0,90	- 4,59	- 5,26					-3,60
Potplanten								
50- 25	-2,10(-0,60) ²⁾	- 5,85(-2,25)	- 6,07(-2,47)					-5,70(-1,95)
50- 50	-1,20(0,30)	- 4,50(-0,90)	- 4,95(-1,35)					-3,90(-0,15)
60- 25	-2,70(-0,90)	- 7,29(-2,97)	- 7,51(-3,19)					-7,20(-2,70)
60- 50	-1,80(0)	- 5,94(-1,62)	- 6,39(-2,07)					-5,40(-0,90)
60- 50	-0,90(0,90)	- 4,59(-0,27)	- 5,26(-0,94)					-3,60(0,90)
80- 50	-3,00(-0,60)	- 8,82(-3,06)	- 9,27(-3,51)					-8,40(-2,40)
80- 75	-2,10(0,30)	- 7,47(-1,71)	- 8,14(-2,38)					-6,60(-0,60)
80-100	-1,20(1,20)	- 6,12(-0,36)	- 7,02(-1,26)					-4,80(1,20)
100- 75	-3,30(-0,30)	-10,35(-3,15)	-11,02(-3,02)					-9,60(-2,10)
100-100	-2,40(0,60)	- 9,00(-1,80)	- 9,90(-2,70)					-7,80(-0,30)
100-125	-1,50(1,50)	- 7,65(-0,45)	- 8,77(-1,57)					-6,00(1,50)

1) - = negatief.

2) Tussen haakjes opbrengstvermindering niet resp. 6. 14,4, 14,4 en 15% maar resp. 3, 7,2, 7,2 en 7,5% (1% daglicht = 0,6% produktie).

De levensduur van de installatie (exclusief doek) is circa 10 jaar; die van het doek varieert van 1 tot 5 jaar, afhankelijk van materiaal, kwaliteit en wijze van aanbrengen. De prijs van het doek loopt uiteen van enkele dubbeltjes tot enkele guldens per m².

In tabel 6.3 worden de benodigde saldo's gegeven bij verschillende investeringsbedragen. Voor de berekening van de contante waarde is uitgegaan van een rentevoet van 7%.

Voor een investering van f 8,- is een saldo van f 1,14 nodig. Bij een positief saldo van f 1,50 blijft in dit geval voor het doek f 0,36 per jaar over. Gaat het doek 5 jaar mee dan mag het doek een nieuwwaarde hebben van maximaal f 1,48, bij 4 jaar is dit f 1,22 enz., inclusief de bevestigingskosten van het doek. Bij een saldo van f 1,50 per m² kasgrond moeten de investeringen zowel in de installatie als in het doek erg laag blijven. Een saldo van meer dan f 2,00 is gewenst om het gebruik van energieschermen bedrijfseconomisch aantrekkelijk te maken. Alleen bij een hogere energieprijs en/of in geval van andere technische uitgangspunten zal een dergelijk saldo kunnen worden bereikt.

Tabel 6.3 Maximaal te investeren bedragen in guldens in energieschermen bij een saldo van f 1,50

Nieuwwaarde installatie excl.doek in glds/m ²	Benodigd saldo voor installatie zonder doek	Resterend saldo voor het doek	Max.te investeren bedrag in het doek bij verschillende levensd.				
			5 jaar	4 jaar	3 jaar	2 jaar	1 jaar
4	f 0,57	f 0,93	3,81	3,15	2,44	1,68	0,87
6	f 0,85	f 0,65	2,67	2,20	1,71	1,18	0,61
8	f 1,14	f 0,36	1,48	1,22	0,94	0,65	0,34
10	f 1,42	f 0,08	0,33	0,27	0,21	0,14	0,07
12	f 1,71	-	-	-	-	-	-
14	f 1,99	-	-	-	-	-	-

Stijgende energieprijzen: eerst bij een gasprijs van f 0,30 kan - uitgaande van een opbrengstvermindering van 6% - in de groenteteelt een saldo van f 2,10 worden behaald, in geval de opbrengst f 40,- per m² is en het gasverbruik 75 m³ per m² bedraagt (zie bijlage 6). Wat potplanten betreft, bij deze teelt zal met een vermindering van 3% als gevolg van het plaatsenvan een energiescherm, - bij een opbrengst van f 100,- per m² en een gasverbruik van 125 m³ - een gasprijs van 21 cent voldoende zijn om een positief saldo van f 2,25 te verkrijgen. Bij een gasprijs van 24 cent per m³ geeft in de potplantenteelt de combinatie f 80,- opbrengst en 100 m³ gasverbruik ook een voldoende hoog saldo, te weten f 2,40. Maar ook bij de hogere energieprijzen blijven in de potplantenteelt nog vrij veel combinaties een saldo geven dat uit bedrijfseconomisch oogpunt te klein is om tot het gebruik van een

energiescherm over te gaan. Ook bij nog minder lichtbehoeftige potplanten - b.v. slechts een verlies van 1,5% van de opbrengst - is het toepassen van energieschermen bij vrij veel combinaties op dit moment nog niet verantwoord (zie bijlage 6).

Tabel 6.4 Energieschermen met technisch betere eigenschappen

Uitgangspunt: gewas met f 40,- opbrengst en 75 m3 gasverbruik
1% licht is gelijk aan 1,2% produktie

	Situatie 1 oude situatie	Situatie 2 hogere brand- stofbesparing
Opbrengstvermindering	6%	6%
Brandstofbesparing	20%	30%
Saldo bij een gasprijs van 18 cent per m3	f 0,30	f 1,65
Gewenst saldo	f 2,10	f 2,10
Benodigde gasprijs bij gewenst saldo	f 0,30	f 0,20

	Situatie 3 halvering van het lichtverlies	Situatie 4 iets hogere brand- stofbesparing en iets geringer licht- verlies
Opbrengstvermindering	3%	4,5%
Brandstofbesparing	20%	25%
Saldo bij een gasprijs van 18 cent per m3	f 1,50	f 1,58
Gewenst saldo	f 2,10	f 2,10
Benodigde gasprijs bij gewenst saldo	f 0,22	f 0,21

Technische veranderingen: ca. 72% van alle brandstof is nodig om 's nachts de luchttemperatuur in de kas op het gewenste niveau te handhaven. Een brandstofbesparing van 20% op jaarbasis betekent dat 's nachts door het energiescherm 28% moet worden bespaard. Stel dat de besparingen 's nachts worden opgevoerd tot 41 à 42% dan stijgen de besparingen op jaarbasis tot 30%. De lichtonderschepping zou kunnen worden verminderd door het opschuiven of oprollen van het doek technisch te verbeteren. De bedrijfseconomische gevolgen hiervan zijn weergegeven in tabel 6.4. In deze tabel geeft situatie 2 een verhoogde brandstofbesparing aan. Bij een brandstofbesparing van 30% zou het reeds bij een gasprijs van 20 cent per m3 bedrijfseconomisch verantwoord zijn energieschermen te

plaatsen in een groentekas met opbrengsten van f 40,- per m² en een gasverbruik van 75 m³. Dit is eveneens het geval wanneer bij een gasprijs van 22 cent per m³ de opbrengstreductie wordt gehalveerd bij een energiebesparing van 20% (situatie 3). In situatie 4 is een opbrengstvermindering van 4,5% aangehouden en is de brandstofbesparing op 25% gesteld. In dit geval wordt bij een gasprijs van 21 cent per m³ een saldo bereikt dat voldoende is om over te gaan tot het planten van een energiescherm.

Welke saldo's nodig zijn bij uiteenlopende installatiekosten van het scherm en verschillende perioden waarin de investering moet worden terugverdiend, blijkt uit bijlage 7.

6.3 Dubbel glas

Bij een gasprijs van 18 cent per m³, een brandstofbesparing van 30% en een lichtverlies van 12%, resulterende in een opbrengstvermindering van 14,4%, geven alle combinaties, zowel t.a.v. groenten, snijbloemen als potplanten, een negatief saldo (zie tabel 6.2). In dit geval weegt het voordeel van de besparing op brandstofkosten niet op tegen het nadeel van de opbrengstreductie en is het bouwen van kassen met dubbel glas derhalve bedrijfseconomisch niet verantwoord. Vermindert de opbrengst slechts met 7,2% dan blijven in de potplantenteelt de saldo's negatief (zie tabel 6.2). Neemt de opbrengst met 3,6% af dan ontstaan er wel positieve saldo's, echter niet groot genoeg om de extra jaarkosten van dubbele beglazing t.o.v. enkel glas te kunnen dekken (zie bijlage 8 en 7).

Ook bij een gasprijs van 30 cent per m³ en een opbrengstvermindering van 14,4% zijn de saldo's negatief of te klein, om de meer-investeringen van dubbel beglaasde kassen te kunnen dekken. Is de opbrengstvermindering als gevolg van dubbele beglazing 7,2% ($12 \times 0,6$) dan zal eerst bij een gasprijs van bijna 30 cent per m³ t.a.v. enkele combinaties het saldo groot genoeg zijn om de meer-investering te dekken. Bij 3,6% opbrengstreductie is dit bij 22 cent per m³ het geval.

De hogere aankoopprijs van gesoldeerd en gesmolten dubbel glas t.o.v. gekit dubbel glas, heeft weinig invloed op het saldo. De hogere aankoopprijs wordt namelijk gecompenseerd door de langere tijdsduur waarin de investering kan worden terugverdiend (zie bijlage 7).

6.4 Gecoat glas

Gecoat glas geeft bij een gelijk daglichtverlies als dubbel glas, een geringere energiebesparing, de extra investeringen liggen echter lager.

Bij een produktievermindering van 14,4% ($12 \times 1,2$) en een gasprijs van 18 cent per m³ zijn alle saldo's negatief (zie tabel

6.2), m.a.w. de brandstofbesparing is geringer dan de opbrengstvermindering. Het gebruik van geccoat glas is dan ook niet verantwoord. Ook bij een gasprijs van 30 cent per m³ blijven de saldo's bij de aangenomen produktievermindering negatief (zie bijlage 9). Is de opbrengstreductie slechts 7,2% (12 x 0,6) dan zijn in de potplantenteelt de saldo's bij een gasprijs van 28 cent per m³ van enkele combinaties voldoende om de meer-investeringen te rechtvaardigen. Bij een opbrengstreductie van 3,6% is dit al bij een gasprijs van 18 cent per m³ het geval.

6.5 Dubbel kunststofplaten

In tabel 6.2 is uitgegaan van een brandstofbesparing van 40% en een daglichtvermindering van 12½% 1). Bij een gasprijs van 18 cent per m³ zijn alle saldo's negatief. Bij een opbrengstvermindering van 15% is het aanbrengen van dubbele kunststofplaten op dit moment bedrijfseconomisch niet verantwoord en evenmin in de situatie dat de opbrengstreductie bij 1% daglichtverlies geen 1,2 maar slechts 0,6% bedraagt, want de saldo's zijn ook dan te gering voor de hoge investering in dit materiaal.

Het saldopatroon in geval van gebruik van dubbel kunststofplaten voor de verschillende opbrengst-brandstofcombinaties bij oplopende gasprijzen, is in bijlage 10 vermeld. Bij de combinatie f 40,- opbrengst per m² en 75 m³ gasverbruik en een opbrengstvermindering van 15%, is bij een gasprijs van 18 cent per m³ het verlies aan opbrengsten groter dan de brandstofbesparing. Bij een gasprijs van 21 resp. 24, 27 en 30 cent wordt dit saldo positief, te weten f 0,30 resp. f 1,20, f 2,10 en f 3,00. Bij een terugverdienperiode van 20 jaar kan bij een saldo van f 3,00 maximaal f 32,- per m² kasgrond extra worden geïnvesteerd t.o.v. een kas met enkel glas (zie grafiek 4.3). De koopprijs van deze platen mag hoger uitkomen, echter niet meer dan de waarde van enkel glas. Er moet tevens rekening worden gehouden met de omzetting van m² kasgrond naar m² kasdek (hellingshoek). De levensduur van dit materiaal is

-
- 1) Uit het onderzoek van van de Kieboom a) naar de lichttechnische hoedanigheden van diverse bedekkingsmaterialen, bleek dat polyacrylaat voor diffuus licht onder lichtarme omstandigheden zonder randeffecten en constructiedelen, een lichtdoorlatendheid heeft van 78% (enkel glas 85%). De lichtdoorlatendheid was derhalve 92% van die van enkel glas. Germing b) gaat ervan uit dat gebruik van dubbel kunststofplaten met een energiebesparing van circa 40% een lichtverlies oplevert van 10 à 15%.

a) Zie noot 3, blz. 25.

b) Germing, G.H., Meijaard, D.: Vooruitzichten voor een betere energiebenutting in de glastuinbouw, Tuinbouwdagen 1979.

echter veel korter. Een aanzienlijk hoger saldo is daarom noodzakelijk (zie bijlage 7). Is de opbrengstvermindering niet 15% maar 7,5% dan ontstaan voor enkele combinaties bij een gasprijs van 27 cent, aantrekkelijke saldi. Bij een opbrengstreductie van 3,6% is dit al bij een gasprijs van 18 cent per m3 het geval.

Tabel 6.5 Dubbel kunststofplaten (PA) met betere eigenschappen

Uitgangspunt: gewas met f 40,- opbrengst en 75 m3 gasverbruik
1% licht is gelijk aan 1,2% productie

	Situatie 1 oude situatie	Situatie 2 lichtverlies geen 12,5% maar 8%
Opbrengstvermindering	15%	9,6%
Brandstofbesparing	40%	40%
Saldo bij een gas- prijs van 18 cent per m3	-f 0,60	f 1,56
Gewenst saldo	f 5,70	f 5,70
Benodigde gasprijs bij gewenst saldo	f 0,39	f 0,32

	Situatie 3 nieuwwaarde geen f 50,- maar f 40,- per m2	Situatie 4 nieuwwaarde f 50,- en terugverdien- tijd geen 10 maar 15 jaar	Situatie 5 lichtverlies 8%, nieuwwaarde f 40,- en terug- verdiens tijd 15 jaar
Opbrengstvermindering	15%	15%	9,6%
Brandstofbesparing	40%	40%	40%
Saldo bij een gas- prijs van 18 cent per m3	-f 0,60	-f 0,60	f 1,56
Gewenst saldo	f 4,27	f 4,39	f 3,29
Benodigde gasprijs bij gewenst saldo	f 0,34	f 0,35	f 0,24

- = negatief.

Technische veranderingen: normaal tuindersglas heeft een lichtdoorlatendheid van 85%. De werkelijke hoeveelheid daglicht in een kas bedraagt gemiddeld slechts 66% (van Rijssel, Milten-

burg) 1) als gevolg van onder andere schaduwgevende delen 2). Het daglichtverlies zou minder kunnen worden bij toepassing van een constructie die meer is aangepast aan de lichter wegende en grotere kunststofplaten. De opbrengstverliezen zouden dan geringer zijn. In tabel 6.5 zijn enkele situaties weergegeven bij diverse technische uitgangspunten. Er is uitgegaan van de combinatie f 40,- opbrengst per m² en 75 m³ gasverbruik en van het verband 1% licht is 1,2% opbrengst. In situatie 2 is het daglichtverlies slechts 8% in plaats van 12,5%, waardoor de opbrengstvermindering 9,6% bedraagt. Bij een gasprijs van 18 cent per m³ ontstaat nu een positief saldo van f 1,56. Er is echter een saldo van minstens f 5,70 nodig. Dit saldo wordt verkregen bij een gasprijs van 32 cent per m³. In situatie 3 is de prijs van de platen f 10,- lager gesteld. Het saldo behoeft nu slechts f 4,27 te bedragen. Dit wordt bereikt bij een gasprijs van 34 cent per m³. In situatie 4 is de terugverdienperiode van de investering van 10 tot 15 jaar verlengd. In dit geval is er een gasprijs van 35 cent nodig om bedrijfseconomisch quitte te spelen. In situatie 5 zijn de veranderde uitgangspunten van situatie 2, 3 en 4 gecombineerd. Een gasprijs van 24 cent is in deze situatie voldoende om de brandstofkostenbesparing gelijk te doen zijn aan de opbrengstverliezen en de jaarkosten (afschrijvingen, rente) van de meer-investeringen.

Wat de dubbel kunststofplaten betreft hebben we ons tot nu toe beperkt tot polyacrylaatplaten. De dünnere polycarbonaatplaten zijn goedkoper maar de lichtdoorlatendheid is geringer (zie tabel 6.1), de brandstofbesparing lager, en de economische levensduur korter. Het extra daglichtverlies van 5%, resulteert voor een gewas met een opbrengst van f 40,- in een lager saldo van f 2,40, ervan uitgaande dat 1% daglicht samengaat met 1,2% produktie. Bij een terugverdienperiode van 10 jaar en een rentevoet van 7%, kan bij een jaarlijks terugkerend bedrag van f 2,40 maximaal f 16,85 worden geïnvesteerd. Dit betekent dat het extra daglichtverlies van 5% een verschil in aankoop prijs tussen de twee soorten platen mogelijk maakt van f 16,85. De geringere brandstofbesparing en kortere levensduur blijven dan nog in het nadeel van de polycarbonaatplaten.

- 1) Rijssel, E. van, Miltenburg, J.C.A. Verschil in opbrengst op rozenbedrijven (3) en Grote verschillen in lichtdoorlating bij kassen. Vakblad voor de Bloemisterij 31e jaargang, 26 november 1976, no. 48.
- 2) Bokhorst, D., Stoffers, J.A. Lichtverlies door kasdek van dubbel glas. Vakblad voor de Bloemisterij 3 (1979).

Samenvatting en conclusies

Bij toepassing van energiebesparende voorzieningen - die tevens de instraling verminderen - moet niet alleen rekening worden gehouden met de brandstofbesparing en de verminderde lichtdoorlaat van de kas, maar moet - voor een bedrijfseconomische verantwoorde aanwending van deze technieken - eveneens rekening worden gehouden met de verhouding jaarverbruik brandstof en opbrengstniveau, de relatie tussen daglicht en produktie, de gasprijs, nieuwwaarde en levensduur van de voorziening.

Aanwijzingen vanuit de praktijk duiden er op dat de tomaat, het hoofdgewas onder glas, zeer gevoelig is voor daglichtvermindering, niet alleen in de lichtarme periode van het jaar, maar ook in de periode met "voldoende" daglicht. Ook de groentegewassen koolrabi en sla reageren sterk op daglichtvermindering. Bij bloemen is de invloed van daglicht minder duidelijk dan bij groenten. Reageerde de rozenteelt en chrysantenteelt sterk op daglichtvermindering, snijpoinsettia's en Euphorbia fulgens deden dit minder. Potplanten schijnen ook minder sterk daglichtbehoefte te zijn.

Op de bedrijven met een jaarlijks gasverbruik van 80 en meer m³ per m² kasgrond werd in 1976, op 5% van het totale groenten en bloemenareaal, 10% van de totale hoeveelheid brandstof verstoekt. Bedrijven met een jaarverbruik van 40-80 m³ gas per m² kasgrond verbruikten 73% van de totale hoeveelheid brandstof. Hierbij was 55% van het totale areaal betrokken. De overige bedrijven, met een brandstofverbruik minder dan 40 m³ gas per m² kasgrond, verbruikten 17% van het totaal. Deze laatste groep - minder brandstof intensievere bedrijven - omvat iets meer dan de helft van de groentenbedrijven en ongeveer een vijfde van de bloemenbedrijven.

Voor brandstofbesparende voorzieningen die vermindering van het daglicht in de kas tot gevolg hebben is de verhouding brandstofverbruik/opbrengstniveau erg belangrijk. Deze verhouding is in de drie glassectoren - groenten, snijbloemen en potplanten - niet gelijk. In de groenteteelt is het energieverbruik per gulden opbrengst het grootst, bij potplanten het kleinst.

Bij een gelijk brandstofverbruik per m² waren de opbrengsten van snijbloemen in 1976 f 12,- per m² hoger dan van groenten en die van potplanten nog hoger. Bij een gasverbruik van 70 m³ per m² kasgrond was de opbrengst van potplanten het dubbele van die van groenten. Neemt de opbrengst bij groenten met 1,2% af als het daglicht met 1% wordt verminderd, bij potplanten zal dit nu niet hoger mogen zijn dan 0,6%, anders wordt de opbrengstreductie in de potplantenteelt groter dan in de groenteteelt, bij eenzelfde brandstofbesparing.

In kassen met energieschermen, dubbele beglazing, gecoat glas of dubbele kunststofplaten, is minder warmtetoevoer nodig om eenzelfde luchttemperatuur in de kasruimte te handhaven. Tegenover dit voordeel staat het nadeel van vermindering van instraling. T.a.v. praktisch alle gewassen zal dit samengaan met opbrengstverliezen doordat de fysieke opbrengst daalt, de kwaliteit vermindert en/of het produkt langer in de kas staat, d.w.z. verlaat wordt. Zolang de brandstofbesparing kleiner is dan de opbrengstvermindering - d.w.z. het saldo negatief is - moet de investering uiteraard niet plaatsvinden. Is het saldo positief, dan moet worden nagegaan of de extra-investeringen binnen een redelijke termijn kunnen worden terugverdiend, en welke van de alternatieven het beste is.

De in de praktijk voorkomende verschillen in opbrengstniveaus, brandstofverbruiken, opbrengstverminderingen en brandstofbesparingen, geven een reeks van saldo's. Voor gewassen met een gering brandstofverbruik zijn deze saldo's negatief of zo klein dat investeringen om het energieverbruik in de kas te verminderen, niet rendabel zijn. In geval van een laag opbrengstniveau, gepaard gaande met een laag brandstofniveau, zullen brandstofbesparende voorzieningen die het daglicht onderscheppen, de verhouding opbrengst/energieverbruik nauwelijks kunnen verbeteren. In geval van hogere opbrengstniveaus kunnen deze voorzieningen onder gunstige omstandigheden deze verhouding wel verbeteren. Deze laatste groep bedrijven verbruikt ongeveer driekwart van alle brandstof.

Bij de huidige prijsverhoudingen en stand van de techniek is het bedrijfseconomisch onrendabel om in groentekassen een energiescherm, dubbel glas, gecoat glas of dubbel kunststofplaten aan te brengen met het doel energie te besparen. De opbrengstverliezen als gevolg van verminderde instraling zijn namelijk groter dan de besparingen op de brandstofkosten, als men ervan uitgaat dat een vermindering van de instraling met 1% resulteert in een opbrengstdaling van 1,2%.

Bij een stijging van de gasprijs wordt het voordeel van besparing op brandstofkosten groter, maar eerst bij een gasprijs van 30 cent per m³, bij overigens gelijke omstandigheden, wordt energiebesparing d.m.v. een energiescherm bij een groentegewas met een opbrengst van f 40,- per m² en een gasverbruik van 75 m³ - zeer vroege stookteelten - bedrijfseconomisch verantwoord. Voor dubbel glas, gecoat glas en dubbel kunststofplaten is dit saldo ook bij deze gasprijs nog onvoldoende.

Voor de teelt van groentegewassen met lagere opbrengsten en dus ook een lager brandstofverbruik, geeft een brandstofbesparende voorziening die tevens de instraling vermindert nog ongunstiger resultaten.

Hoewel potplanten minder lichtbehoefstig zijn is ook in deze teelt het gebruik van energieschermen, dubbel glas, gecoat glas en dubbel kunststofplaten onrendabel bij een gasprijs van 18 cent

per m³. Hierbij is gesteld dat een verminderde instraling van 1% leidt tot een opbrengstdaling van 0.6%. Overige voor- en nadelen zoals gewasbescherming bij hoge instraling zijn buiten beschouwing gebleven.

Bij een hoger prijsniveau ontstaan bij enkele combinaties aantrekkelijke saldi als de prijs oploopt tot 23 cent per m³ bij energieschermen; 27 cent bij dubbel kunststofplaten; 28 cent bij gecoat glas en bij een gasprijs van 30 cent bij dubbel glas. Heeft een instralingsvermindering van 1% een opbrengstdaling ten gevolge van 0,3% dan ontstaan de eerste aantrekkelijke saldi bij een gasprijs van 17 cent bij energieschermen, van 20 cent bij dubbel kunststofplaten, van 18 cent bij gecoat glas en bij een gasprijs van 22 cent bij dubbel glas. Echter voor de meeste potplantcultures biedt dit prijsniveau onvoldoende ruimte en is toepassing van deze energiebesparende voorzieningen onrendabel.

De eerste beperkte onderzoekresultaten wijzen op een lichtafhankelijkheid van snijbloemen tussen die van groenten en potplanten. Het nadeel van een hogere geldopbrengst per m² van snijbloemen in vergelijking met groente bij een gelijk brandstofverbruik mede in aanmerking genomen, zullen de economische mogelijkheden in de snijbloementeel tot energiebesparing, d.m.v. energieschermen, dubbele beglazing, gecoat glas en dubbel kunststofplaten, groter zijn dan in de groenteteelt maar geringer dan in de potplantenteelt.

Relatief "kleine" technische verbeteringen blijken een grote invloed te hebben op het prijsniveau van gas waarop brandstofbesparende voorzieningen bedrijfseconomisch aantrekkelijke saldi gaan geven. Als door beter opvouwen of rollen van het doek de opbrengstvermindering in de vroege stookteelt van groenten, als gevolg van minder lichtverlies, beperkt kan worden van 6% naar 4,5% en de brandstofbesparing toeneemt van 20% naar 25%, dan is het energiescherm reeds bij een gasprijs van 21 cent rendabel. Ten aanzien van dezelfde teelt is toepassing van dubbel kunststofplaten bij een gasprijs van 24 cent per m³ rendabel indien de opbrengstvermindering 9,6% in plaats van 15% is, de nieuwwaarde van de plaat f 10,- per m² goedkoper is en de terugverdientijd van de investering (de economische levensduur) 15 jaar in plaats van 10 jaar bedraagt. Hierbij is dan een brandstofbesparing verondersteld van 40%.

Van de diverse brandstofbesparende voorzieningen, die tevens de instraling verder beperken, lijkt voor de bestaande kassen toepassing van het energiescherm het eerst in aanmerking te komen.

Overigens is het gewenst dat niet alleen onderzoek wordt gericht ter verbetering van de verhouding brandstofbesparing/lichtverlies bij toepassing van energieschermen, maar dat ook het onderzoek naar de lichtdoorlaat, de brandstofbesparing en de levensduur van kassen bedekt met ander materiaal dan tuindersglas krachtig wordt voortgezet. Speciale aandacht moet worden besteed aan de samenhang daglichtverlies/produktiedaling bij de diverse gewassen in de verschillende ontwikkelingsstadia van de plant.

Summary

When are fuel saving techniques with a concomitant effect on crop yield lucrative

The glasshouse industry tries to decide which type of roofing - thermal screen, double glazing, coated glass or twin-skinned plastic - will give the highest savings with the fewest disadvantages. All systems have much higher insulation values than single glass. Not only heat losses reduce but light transmission is also lower compared with existing single glass hothouses (see first part of the survey). If light transmission drops, crop losses are occurring.

For vegetables (tomatoes) this relation is strongly positive. If light transmission drops by 1 percent, crop-losses amount to 1.2 percent. Potplants seem to be less light dependent. The first investigation results show an average position for cut-flowers (roses, chrysanthemums).

On the other side potplants show the highest turnover per cu. m. of gas. Using 70 cu.m. of gas the average turnover per sq.m. amounts to Dfl. 38,- for vegetables, Dfl. 50,- for cut-flowers and Dfl. 76,- for potplants (see table 3.1). Crop-losses for potplants will, as a consequence, be twice as high as those for vegetables if the reaction to a drop in light transmission is relatively equal.

These last figures are based on holdings selected by a random sample of the whole national glasshouse industry (based on the Agricultural Census). Holdings with a fuel consumption per sq.m. of 60-70 cu.m. of gas account for 22 percent of the total fuel consumption of the glasshouse industry, the share of the total glassarea of these holdings being 15 percent (see table 2.1).

It is clear that considerable fuel savings can be obtained. From an economic point of view however it is not only a question of maximising fuel savings but also of finding the right balance between a reduction of heat-losses and possible concomitant effects on returns. Heat savings minus crop-losses give this balance from a business-economic point of view. Every year this balance becomes available. If crop-losses exceed fuel savings, investments are not attractive. If the balance shows a positive result it is important to consider the pay-back period of the possible extra-investments. This pay-back period is depending on different factors like the level of the balance, the life-time of the equipment, the rate of interest and the investment amount (see graph 4.3).

Survey

Heat savings, crop-losses and balances (fuel costs savings minus crop-losses). Price per cu.m. gas 18 cents

	Thermal screen	Double glazing	Coated glass	Twin-skinned plastic (poly- acrylaat) 1)
Heat savings in perc. (on annual base)	20	30	25	40
Light reduction in perc. (on annual base)	5	12	12	12.5
Vegetables:				
Crop-losses in perc.	6	14.4	14.4	15.0
returns fuel use in guil- in cu.m. ders per gas per sq.m. sq.m.				
			</	

1) The poly-carbonates are less expensive but light transmission, fuel saving and life-time are inferior.

2) - = negative.

Calculations 1) are presented for several levels of fuel consumption and their corresponding turnover. In general it appears that at this moment under Dutch circumstances the application of fuel saving techniques, which also cause radiation-losses, is not attractive from a business-economic point of view.

At a gasprice of 18 cents per cu.m. the decrease in turnover is greater then the savings on fuel costs or the gains are too little to pay for the costs of the investments (see survey and table 6.2).

The influence of an increase in the price of gas is illustrated in the appendices 6, 8, 9 and 10. In appendix 7 the relations between life-time, investment amount and balance are demonstrated for different fuel saving techniques.

Thermal screens are far more quickly good investments when a "little" more fuel savings can be achieved or the loss of yield can be reduced a "little" by decreasing loss of light (see table 6.4).

The same applies to twin-skinned plastic if the radiation loss becomes less, the life-time of the material increases and the material becomes less expensive (see table 6.5).

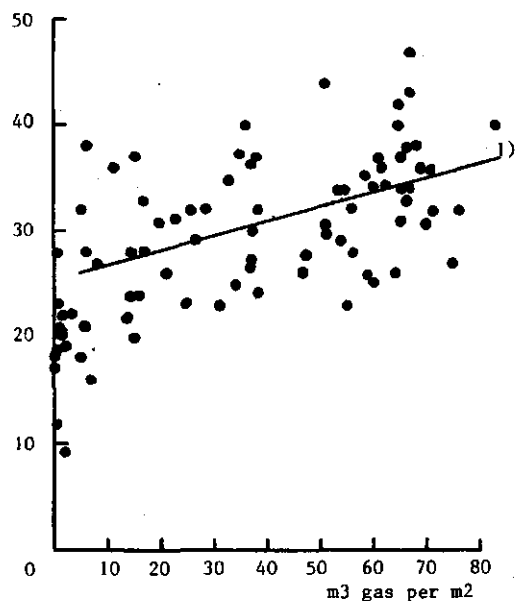
1) Additional benefits, f.i.: using thermal screens for protecting potplants against sunshine in summer, are excluded.

Bijlagen

Bijlage 1. Opbrengsten, brandstofverbruik en bedrijfskosten. Glasgroenten 1976

Figuur A. Opbrengsten en brandstofverbruik per eenheid van oppervlakte. Glasgroenten 1976 (N = 85)

Opbrengsten
per m² in gld.



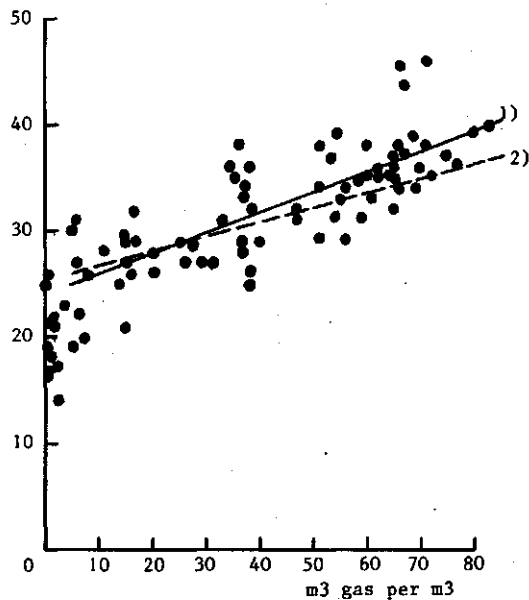
Opbrengsten per m² = $26,273 + 0,13293 \text{ m}^3 \text{ gas}$ 1) 2)
Corr.coëff. 0,45 (0,01099)

1) Exclusief bedrijven met minder dan 3 m³ gas.

2) Gewogen met het steekproefpercentage van het individuele bedrijf in onderzoek

Figuur B. Totale bedrijfskosten en brandstofverbruik per eenheid van oppervlakte. Glasgroenten 1976 (N = 85)

Kosten
per m²
in gld.



Kosten per m² = $24,117 + 0,20501 \text{ m}^3 \text{ gas}$ 1) 3)
Corr.coëff. 0,76 (0,00730)

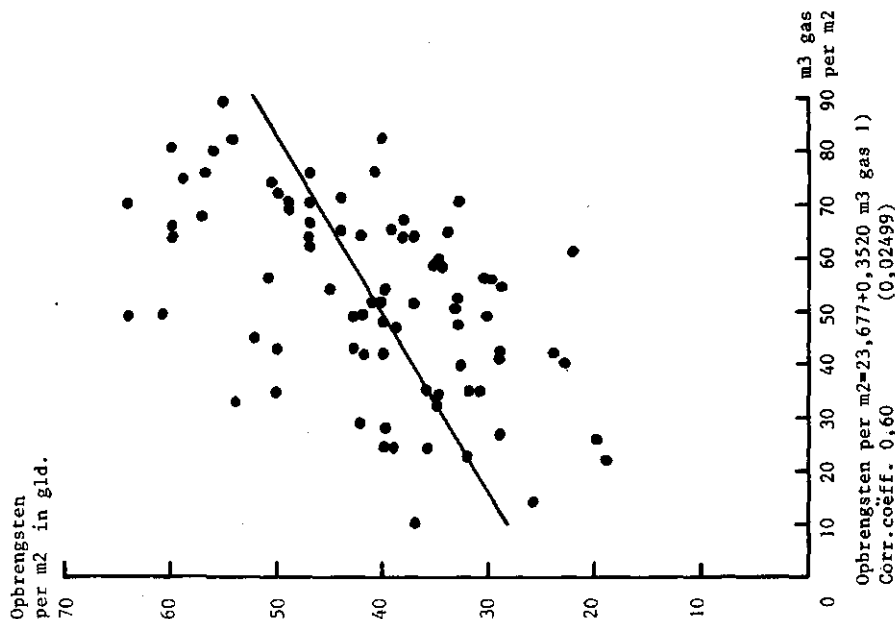
1) Exclusief bedrijven met minder dan 3 m³ gas.

2) Opbrengstcurve van figuur A

3) Gewogen met het steekproefpercentage van het individuele bedrijf in onderzoek

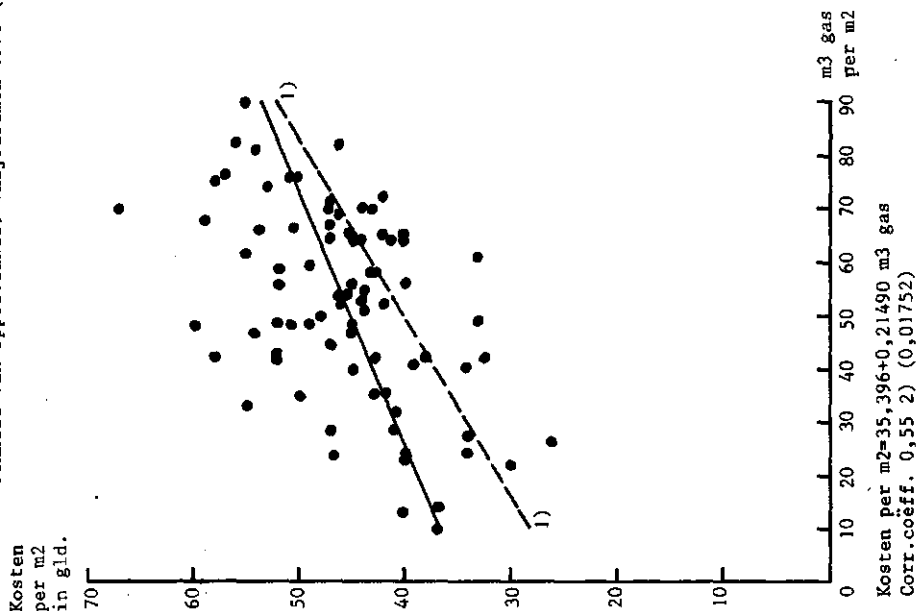
Bijlage 2. Opbrengsten, brandstofverbruik en bedrijfskosten. Snijbloemen 1976

Figuur C. Opbrengsten en brandstofverbruik per eenheid van oppervlakte. Snijbloemen 1976 (N = 79)



1) Gewogen met het steekproefpercentage van het individuele bedrijf in onderzoek.

Figuur D. Totale bedrijfskosten en brandstofverbruik per eenheid van oppervlakte. Snijbloemen 1976 (N = 79)

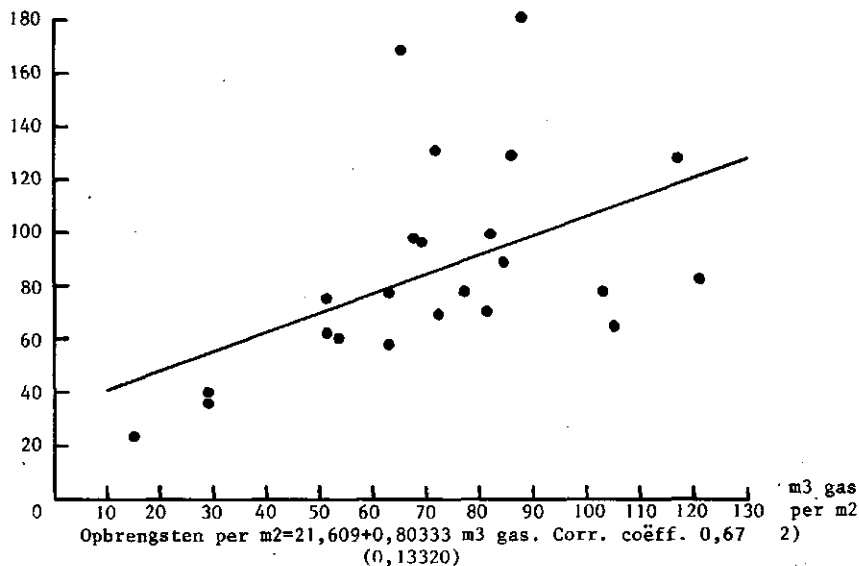


1) Opbrengstcurve van figuur C
2) Gewogen met het steekproefpercentage van het individuele bedrijf in onderzoek.

Bijlage 3 Opbrengsten, brandstofverbruik en bedrijfskosten. Potplanten 1976

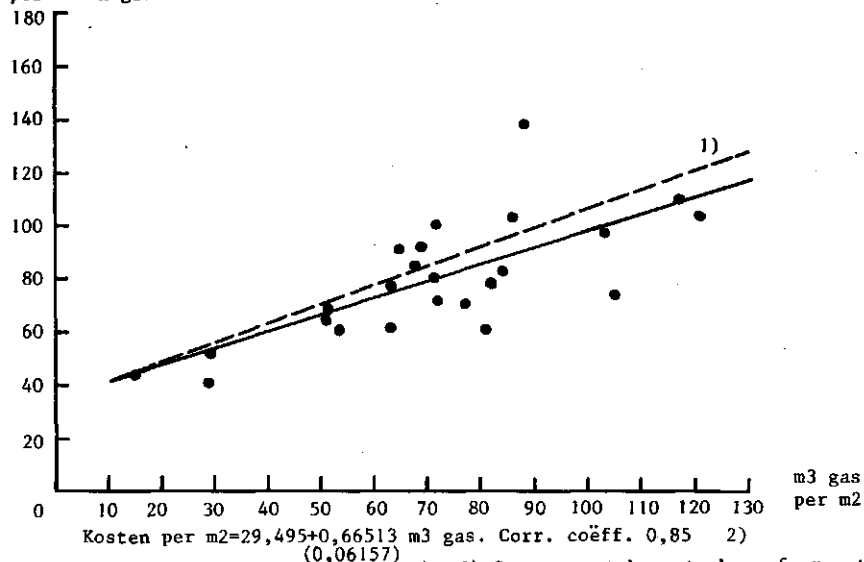
Figuur E. Opbrengsten en brandstofverbruik per eenheid van oppervlakte. Potplanten 1976 (N = 23)

Opbrengsten
per m² in gld.



Figuur F. Totale bedrijfskosten en brandstofverbruik per eenheid van oppervlakte. Potplanten 1976 (N = 23)

Kosten
per m² in gld.



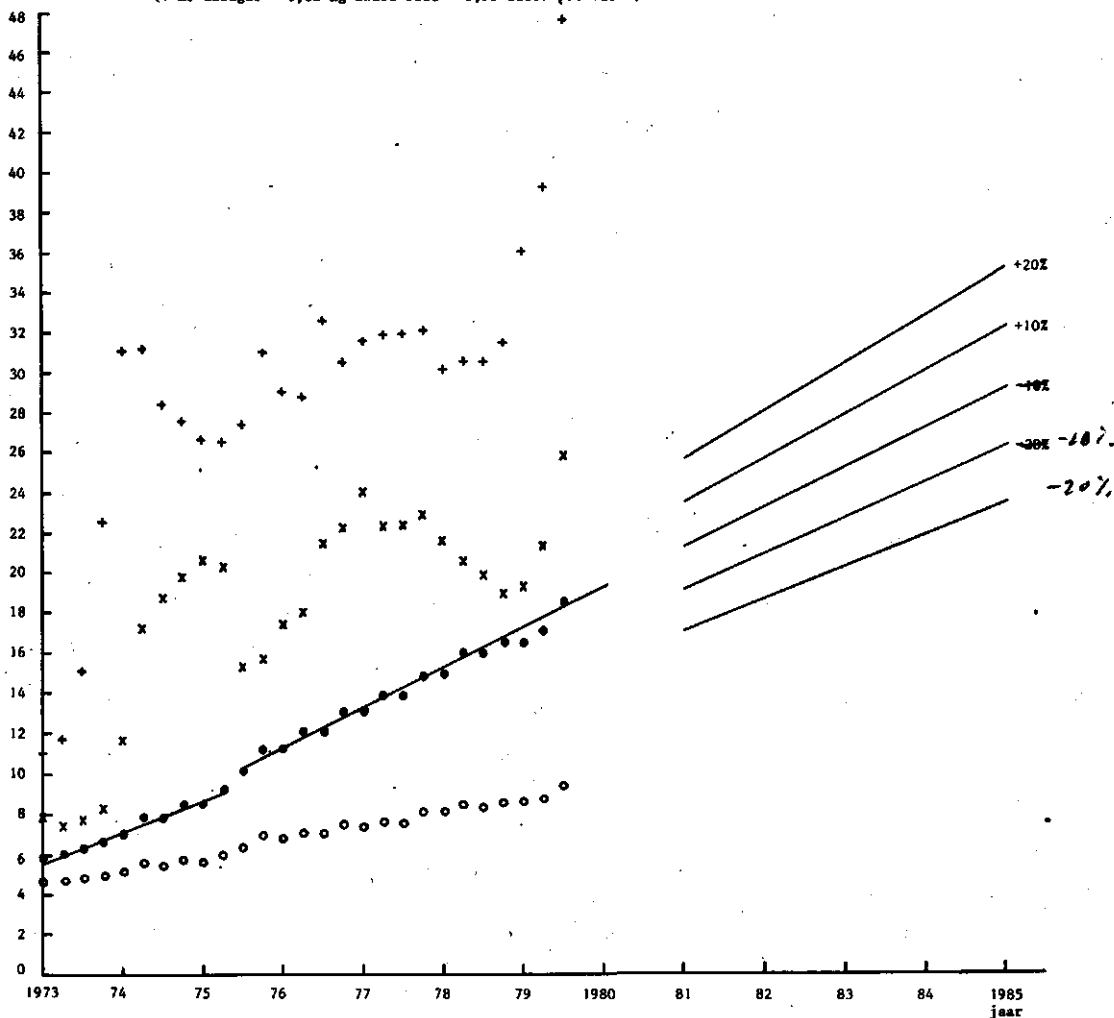
1) Opbrengstcurve van figuur E. 2) Gewogen met het steekproefpercentage van het individuele bedrijf in onderzoek.

Bijlage 4. Maximaal te investeren bedragen bij oplopende saldo's en een variabel aantal jaren om de investering terug te verdienen, (rente 7 procent)

Terug verdien- tijd	Te investeren bedrag per m2 kasgrond, uitgedrukt in guldens																				saldo in guldens per m2 kasgrond	
20	3,18	6,36	9,53	12,71	15,89	19,07	22,25	25,43	28,60	31,78	34,96	38,14	41,32	44,49	47,67	50,85	54,03	57,21	60,39	63,56		
19	3,10	6,20	9,30	12,40	15,50	18,60	21,70	24,81	27,91	31,01	34,11	37,21	40,31	43,41	46,51	49,61	52,71	55,81	58,91	62,01		
18	3,02	6,04	9,05	12,07	15,09	18,11	21,12	24,14	27,16	30,18	33,19	36,21	39,23	42,25	45,27	48,28	51,30	54,32	57,34	60,35		
17	2,93	5,86	8,79	11,72	14,64	17,57	20,50	23,43	26,36	29,29	32,22	35,15	38,08	41,01	43,93	46,86	49,79	52,72	55,65	58,58		
16	2,83	5,67	8,50	11,34	14,17	17,00	19,84	22,67	25,51	28,34	31,17	34,01	36,84	39,68	42,51	45,34	48,18	51,01	53,85	56,68		
15	2,73	5,46	8,20	10,93	13,66	16,39	19,13	21,86	24,59	27,32	30,06	32,79	35,52	38,25	40,99	43,72	46,45	49,18	51,92	54,65		
14	2,62	5,25	7,87	10,49	13,12	15,74	18,37	20,99	23,61	26,24	28,86	31,48	34,11	36,73	39,35	41,98	44,60	47,23	49,85	52,47		
13	2,51	5,01	7,52	10,03	12,54	15,04	17,55	20,06	22,57	25,07	27,58	30,09	32,59	35,10	37,61	40,12	42,62	45,13	47,64	50,15		
12	2,38	4,77	7,15	9,53	11,91	14,30	16,68	19,06	21,45	23,83	26,21	28,59	30,98	33,36	35,74	38,12	40,51	42,89	45,27	47,66		
11	2,25	4,50	6,75	9,00	11,25	13,50	15,75	18,00	20,25	22,50	24,75	27,00	29,24	31,49	33,74	35,99	38,24	40,49	42,74	44,99		
10	2,11	4,21	6,32	8,43	10,54	12,64	14,75	16,86	18,96	21,08	23,18	25,28	27,39	29,50	31,61	33,71	35,82	37,93	40,03	42,14		
9	1,95	3,91	5,86	7,82	9,77	11,73	13,68	15,64	17,59	19,55	21,50	23,45	25,41	27,36	29,32	31,27	33,23	35,18	37,14	39,09		
8	1,79	3,58	5,37	7,17	8,96	10,75	12,54	14,33	16,12	17,91	19,71	21,50	23,29	25,08	26,87	28,66	30,45	32,25	34,04	35,83		
7	1,62	3,23	4,85	6,47	8,08	9,70	11,32	12,93	14,55	16,17	17,78	19,40	21,02	22,64	24,25	25,87	27,49	29,10	30,72	32,33		
6	1,43	2,86	4,29	5,72	7,15	8,58	10,01	11,44	12,87	14,30	15,73	17,16	18,59	20,02	21,45	22,88	24,31	25,74	27,17	28,60		
5	1,23	2,46	3,69	4,92	6,15	7,38	8,61	9,84	11,07	12,30	13,53	14,76	15,99	17,22	18,45	19,68	20,91	22,14	23,37	24,60		
4	1,02	2,03	3,05	4,06	5,08	6,10	7,11	8,13	9,15	10,16	11,18	12,19	13,21	14,23	15,24	16,26	17,27	18,29	19,31	20,32		
3	0,79	1,57	2,36	3,15	3,94	4,72	5,51	6,30	7,09	7,87	8,66	9,45	10,23	11,02	11,81	12,60	13,38	14,17	14,96	15,75		
2	0,54	1,08	1,63	2,17	2,71	3,25	3,80	4,34	4,88	5,42	5,97	6,51	7,05	7,59	8,14	8,68	9,22	9,76	10,31	10,85		
	0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30	3,60	3,90	4,20	4,50	4,80	5,10	5,40	5,70	6,00		

Bijlage 5. Prijsontwikkeling(1) van enkele energiedragers inclusief B.T.W. van 1973 t/m 1979 en de bij extrapolatie te verwachten prijs in de komende jaren

Prijs in centen (1) Bij een prijsontwikkeling op calorische basis, rekening houden met het verschil in warmte per eenheid van energiedrager
(1-m3 aardgas = 0,82 kg zware olie = 0,93 liter petroleum)



- ♦ Petroleum, prijs per liter
- * Zware stookolie, 3500 sec., prijs per kg
- Gas, prijs per m3, nominaal
- Gas, prijs per m3 reëel, d.w.z. gezuiverd met de kosten van levensonderhoud (1969=100)

Bijlage 6. Saldo brandstofbesparing minus oogstvermindering, uitgedrukt in ct. per m2 kasgrond, bij energiescherm

Gasprijs in ct. per m3		15			18			21		
Opbrengstvermindering in proc.		3	6	3	6	3	6	3	6	6
Opbrengst gascombinatie:										
Groenten										
20 - 10	-30	-90	-24	-18	-84	-78				
20 - 15	-15	-75	-6	3	-66	-57				
30 - 25	-15	-105	0	15	-90	-75				
30 - 50	60	-30	90	120	0	30				
40 - 75	105	-15	150	195	30	75				
Snijbloemen										
40 - 35	-45	-165	-30	-15	-150	-135				
40 - 50	30	-90	60	90	-60	-30				
50 - 50	0	-150	30	60	-120	-90				
50 - 75	75	-75	120	165	-30	15				
60 - 75	45	-135	90	135	-90	-45				
Potplanten										
50 - 25	-75	-225	-60 (15) 1)	-45 (30)	-210	-195				
50 - 50	0	-150	30 (105)	60 (135)	-120	-90				
60 - 25	-105	-285	-90 (0)	-75 (15)	-270	-255				
60 - 50	-30	-210	0 (90)	30 (120)	-180	-150				
60 - 75	45	-135	90 (180)	135 (225)	-90	-45				
80 - 50	-90	-330	-60 (60)	-30 (90)	-300	-270				
80 - 75	-15	-255	30 (150)	75 (195)	-210	-165				
80 - 100	60	-180	120 (240)	180 (300)	-120	-60				
100 - 75	-75	-375	-30 (120)	15 (165)	-330	-285				
100 - 100	0	-300	60 (210)	120 (270)	-240	-180				
100 - 125	75	-225	150 (300)	225 (375)	-150	-75				

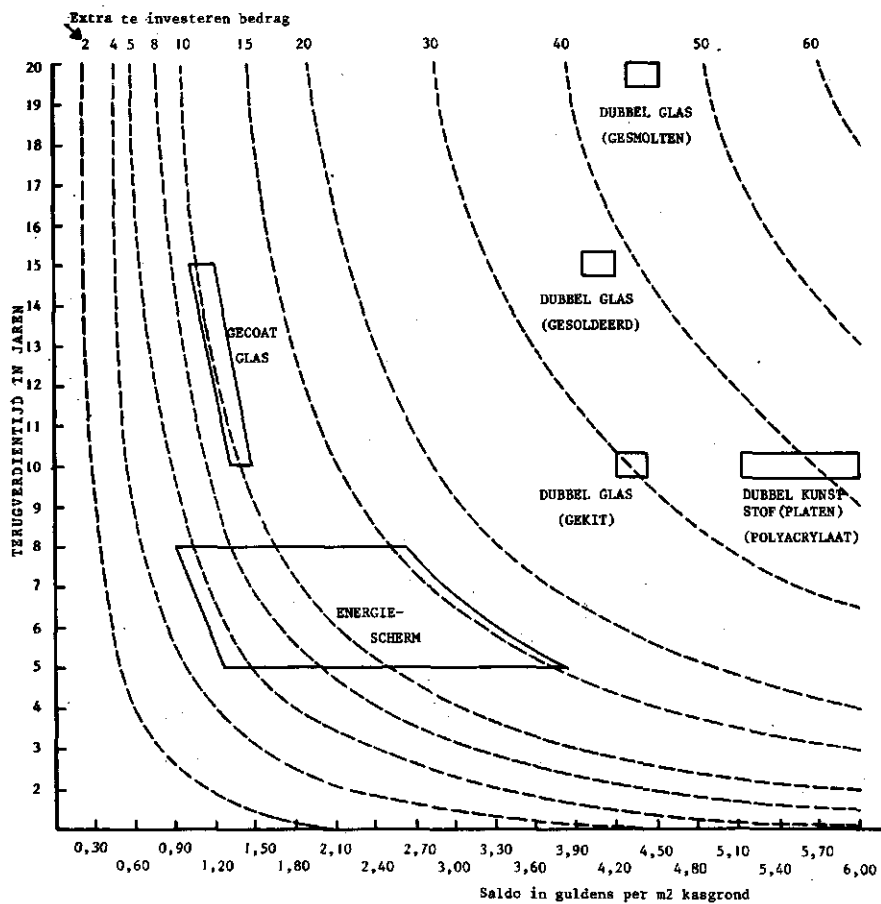
1) Tussen haakjes opbrengstvermindering niet 3 maar 1,5% (1% daglicht = 0,3% productie).

Bijlage 6 (vervolg)

46

Gasprijs in ct. per m3		24	27		30
Opbrengstvermindering in proc.		3	6	3	6
Opbrengst gascombinatie:					
Groenten					
20 - 10	-12	-72	-66	0	-60
20 - 15	12	-48	-39	30	-30
30 - 25	30	-60	-45	60	-30
30 - 50	150	60	180	210	90
40 - 75	240	120	165	330	210
Snijbloemen					
40 - 25	0	-120	-105	30	-90
40 - 50	120	0	30	180	60
50 - 50	90	-60	-30	150	0
50 - 75	210	60	105	300	150
60 - 75	180	0	45	270	90
Potplanten					
50 - 25	-30 (45)	-180	-165	0 (75)	-150
50 - 50	90 (165)	-60	-30	150 (225)	0
60 - 25	-60 (30)	-240	-225	-30 (60)	-210
60 - 50	60 (150)	-120	-90	120 (210)	-60
60 - 75	180 (270)	0	45	270 (360)	90
80 - 50	0 (120)	-240	-210	60 (180)	-180
88 - 75	120 (240)	-120	-75	210 (330)	-30
80 - 100	240 (360)	0	60	360 (480)	120
100 - 75	60 (210)	-240	-195	150 (300)	-150
100 - 100	180 (330)	-120	-60	300 (540)	0
100 - 125	300 (450)	0	75	450 (600)	150

Bijlage 7. Extra te investeren bedrag in glds per m2 kasgrond t.o.v. een traditionele kas met enkel glas



Bijslage 8. Saldo brandstofbesparing minus opbrengstvermindering, uitgedrukt in ct. per m2 kasgrond, bij dubbel glas

Gasprijs in ct. per m3		15		18		21	
Opbrengstvermindering in proc.		7,2	14,4	7,2	14,4	7,2	14,4
Opbrengst gascombinatie:							
Groenten							
20 - 10	-99	-243	-90	-234	-81	-225	-193
20 - 15	-76	-220	-63	-207	-49	-193	-193
30 - 25	-103	-319	-81	-297	-58	-274	-274
30 - 50	9	-207	54	-162	99	-117	-117
40 - 75	50	-238	117	-171	185	-103	-103
Snijbloemen							
40 - 25	-175	-463	-153	-441	-130	-418	-418
40 - 50	-63	-351	-18	-306	27	-261	-261
50 - 50	-135	-495	-90	-450	-45	-405	-405
50 - 75	-22	-382	45	-315	113	-247	-247
60 - 75	-94	-526	-27	-459	41	-391	-391
Potplanten							
50 - 25	-247	-607	-225 (-45) 1)	-585	-202 (-23)	-562	-562
50 - 50	-135	-495	-90 (90)	-450	-45 (135)	-405	-405
60 - 25	-319	-751	-297 (-81)	-729	-274 (-58)	-706	-706
60 - 50	-207	-639	-162 (54)	-594	-117 (99)	-549	-549
60 - 75	-94	-526	-27 (195)	-459	41 (263)	-391	-391
80 - 50	-351	-927	-306 (-18)	-882	-261 (27)	-837	-837
80 - 75	-238	-814	-171 (117)	-747	-103 (185)	-679	-679
80 - 100	-126	-702	-36 (252)	-612	54 (342)	-522	-522
100 - 75	-382	-1102	-315 (45)	-1035	-247 (113)	-967	-967
100 - 100	-270	-990	-180 (180)	-900	-90 (270)	-810	-810
100 - 125	-157	-877	-45 (315)	-765	68 (428)	-652	-652

1) Tussen haakjes opbrengstvermindering niet 7,2 maar 3,6% (1% daglicht = 0,3% produktie).

Bijlage 8 (vervolg)

		24		27		30	
Gasprijs in ct. per m3		14,4		14,4		14,4	
Opbrengstvermindering in proc.		7,2		7,2		7,2	
Opbrengst gascombinatie:							
Groenten							
20 - 10	-72	-216		-63		-207	
20 - 15	-36	-180		-22		-166	
30 - 25	-36	-252		-13		-229	
30 - 50	144	-72		189		-27	
40 - 75	252	-36		320		32	
						387	
						99	
Snijsbloemen							
40 - 25	-108	-396		-85		-373	
40 - 50	72	-216		117		-171	
50 - 50	0	-360		45		-315	
50 - 75	180	-180		248		-112	
60 - 74	108	-324		176		-256	
						-63	
						162	
						90	
						315	
						243	
						-351	
						-126	
						-270	
						-45	
						-189	
Potplanten							
50 - 25	-180 (0)	-540		-157 (23)		-517	
50 - 50	0 (180)	-360		45 (225)		-315	
60 - 25	-252 (-36)	-684		-229 (14)		-661	
60 - 50	-72 (144)	-504		-27 (189)		-459	
60 - 75	108 (330)	-324		176 (398)		-256	
80 - 50	-216 (72)	-792		-171 (117)		-747	
80 - 75	-36 (252)	-612		32 (320)		-544	
80 - 100	144 (432)	-432		234 (522)		-342	
100 - 75	-180 (180)	-900		-112 (248)		-832	
100 - 100	0 (360)	-720		90 (450)		-630	
100 - 125	180 (540)	-540		293 (653)		-427	
						-135 (45)	
						90 (270)	
						-207 (9)	
						18 (234)	
						243 (465)	
						-126 (162)	
						99 (387)	
						324 (612)	
						-45 (315)	
						180 (540)	
						405 (766)	
						-495	
						-270	
						-639	
						-414	
						-189	
						-702	
						-477	
						-252	
						-765	
						-540	
						-315	

Bijlage 9. Saldo brandstofbesparing minus oogstvermindering, uitgedrukt in ct. per m² kasgrond, bij gecoat glas

50

Gasprijs in ct. per m3		15		18		21	
Opbrengstvermindering in proc.		7,3	14,4	7,2	14,4	7,2	14,4
Opbrengst gascombinatie:							
Groenten							
20 - 10	-107	-250	-99	-243	-91	-235	
20 - 15	-88	-232	-76	-220	-65	-209	
30 - 25	-122	-338	-103	-319	-85	-301	
30 - 50	-28	-244	9	-207	47	-169	
40 - 75	-6	-295	50	-238	106	-182	
Snijbloemen							
40 - 25	-194	-482	-175	-463	-157	-445	
40 - 50	-100	-388	-63	-351	-25	-313	
50 - 50	-172	-532	-135	-495	-97	-457	
50 - 75	-79	-439	-22	-382	34	-326	
60 - 75	-151	-583	-94	-526	-38	-470	
Potplanten							
50 - 25	-266	-626	-247 (-67) 1)	-607	-229 (-48)	-589	
50 - 50	-172	-532	-135 (45)	-495	-97 (83)	-457	
60 - 25	-338	-770	-319 (-103)	-751	-301 (-84)	-733	
60 - 50	-244	-676	-207 (9)	-639	-169 (47)	-601	
60 - 75	-151	-583	-94 (122)	-526	-38 (178)	-470	
80 - 50	-388	-964	-351 (-63)	-927	-313 (-26)	-889	
80 - 75	-295	-871	-238 (50)	-814	-182 (106)	-758	
80 - 100	-201	-777	-126 (162)	-702	-51 (237)	-627	
100 - 75	-439	-1159	-382 (-22)	-1102	-326 (34)	-1046	
100 - 100	-345	-1065	-270 (90)	-990	-195 (165)	-915	
100 - 105	-251	-971	-157 (203)	-877	-64 (297)	-784	

1) Tussen haakjes opbrengstvermindering niet 7,2 maar 3,6% (1% daglicht = 0,3% produktie).

Bijlage 9 (vervolg)

Gasprijs in ct. per m3		24		27		30	
Opbrengstvermindering in proc.		7,3		7,2		7,2	
Opbrengst gascombinatie:		14,4		14,4		14,4	
Groenten							
20 - 10	-84	-228	-76	-220	-69	-213	
20 - 15	-54	-198	-43	-187	-31	-175	
30 - 25	-66	-282	-47	-263	-28	-244	
30 - 50	84	-132	122	-94	159	-57	
40 - 75	163	-126	218	-70	275	-13	
Snijbloemen							
40 - 25	-138	-426	-119	-407	-100	-388	
40 - 50	12	-276	50	-238	87	-201	
50 - 50	-60	-420	-22	-382	15	-345	
50 - 75	90	-270	146	-214	203	-157	
60 - 75	18	-414	74	-358	131	-301	
Potplanten							
50 - 25	-210 (-30)	-570	-191 (-11)	-551	-172 (8)	-532	
50 - 50	-60 (120)	-420	-22 (158)	-382	15 (195)	-345	
60 - 25	-282 (-66)	-714	-263 (-47)	-695	-244 (-28)	-676	
60 - 50	-132 (84)	-564	-94 (122)	-526	-57 (159)	-489	
60 - 75	18 (235)	-414	74 (291)	-358	131 (347)	-301	
80 - 50	-276 (12)	-852	-238 (50)	-814	-201 (87)	-777	
80 - 75	-126 (163)	-702	-70 (219)	-646	-13 (275)	-589	
80 - 100	24 (312)	-552	99 (387)	-477	174 (462)	-402	
100 - 75	-270 (91)	-990	-214 (147)	-934	-157 (203)	-877	
100 - 100	-120 (240)	-840	-45 (315)	-765	30 (398)	-690	
100 - 125	30 (391)	-690	124 (484)	-596	218 (578)	-502	

52 Bijlage 10. Saldo brandstofbesparing minus opbrengstvermindering uitgedrukt in ct. per m2 kasgrond bij dubbel kunststof-
platen (polyacrylaat)

Gasprijs in ct. per m3		15		18		21	
Opbrengstvermindering in proc.		7,5	15,0	7,5	15,0	7,5	15,0
Opbrengst gascombinatie:							
Groenten							
20 - 10	-90	-240	-78	-228	-66	-216	
20 - 15	-60	-210	-42	-192	-24	-174	
30 - 25	-75	-300	-45	-270	-15	-240	
30 - 50	75	-150	135	-90	195	-30	30
40 - 75	150	-150	240	-60	330		
Snijbloemen							
40 - 25	-150	-450	-120	-420	-90	-390	
40 - 50	0	-300	60	-240	120	-180	
50 - 50	-75	-450	-15	-390	45	-330	
50 - 75	75	-300	165	-210	255	-120	
60 - 75	0	-450	90	-360	180	-270	
Potplanten							
50 - 25	-225	-600	-195 (-8 1)	-570	-165 (-22)	-540	
50 - 50	-75	-450	-15 (173)	-390	45 (233)	-330	
60 - 25	-300	-750	-270 (-45)	-720	-240 (-15)	-690	
60 - 50	-150	-600	-90 (135)	-540	-30 (195)	-480	
60 - 75	0	-450	90 (315)	-360	180 (405)	-270	
80 - 50	-300	-900	-240 (60)	-840	-180 (120)	-780	
80 - 75	-150	-750	-60 (240)	-660	30 (330)	-570	
80 - 100	0	-600	120 (420)	-480	240 (540)	-360	
100 - 75	-300	-1050	-210 (165)	-960	-120 (255)	-870	
100 - 100	-150	-900	-30 (345)	-780	90 (465)	-660	
100 - 125	0	-750	150 (525)	-600	300 (675)	-450	

1) Tussen haakjes opbrengstvermindering niet 7,5 maar 3,75% (1% daglicht = 0,3% produktie).

Gaspijs in ct. per m3	24	27	30
Opbrengstvermindering in proc.	7,5	15,0	7,5
Opbrengst gascombinatie:	15,0	15,0	15,0
Groenten			
20 - 10	-54	-204	-30
20 - 15	-6	-156	30
30 - 25	15	-210	75
30 - 50	245	30	375
40 - 75	420	120	600
Snijbloemen			
40 - 25	-60	-360	0
40 - 50	180	-120	300
50 - 50	105	-270	225
52 - 75	345	-30	525
60 - 75	270	-180	450
Potplanten			
50 - 25	-135 (52)	-510	-75 (112)
50 - 50	105 (293)	-270	225 (413)
60 - 25	-210 (15)	-660	-150 (75)
60 - 50	30 (255)	-420	150 (375)
60 - 75	270 (495)	-180	450 (675)
80 - 50	-120 (180)	-720	0 (300)
80 - 75	120 (420)	-480	300 (600)
80 - 100	360 (660)	-240	600 (900)
100 - 75	-30 (345)	-780	150 (525)
100 - 100	210 (585)	-540	450 (825)
100 - 125	450 (825)	-300	750 (1125)